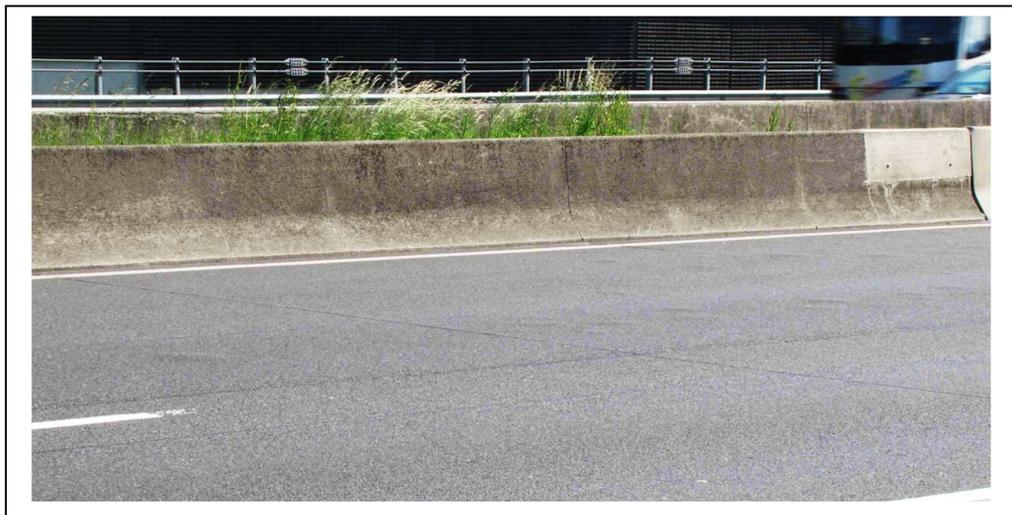


Kombinierte Bauweise Beton – Asphalt KOMBAS

Ein Projekt finanziert im Rahmen der
Verkehrsinfrastrukturforschung 2019
(VIF 2019)

Juni 2022



Impressum:

Herausgeber und Programmverantwortung:

Bundesministerium für Klimaschutz, Umwelt, Energie,
Mobilität, Innovation und Technologie
Radetzkystraße 2
A - 1030 Wien

 **Bundesministerium**
Klimaschutz, Umwelt,
Energie, Mobilität,
Innovation und Technologie

ÖBB-Infrastruktur AG
Praterstern 3
A - 1020 Wien



Autobahnen- und Schnellstraßen-Finanzierungs
Aktiengesellschaft
Rotenturmstraße 5-9
A - 1010 Wien



Für den Inhalt verantwortlich:

Deighton Ingenieurbüro für Verkehrswesen
und Infrastrukturplanung GmbH
Naglergasse 7/9
A-1010 Wien, Österreich



Nievelt Labor GmbH
Betriebsstraße 1
A-2011 Höbersdorf, Österreich



Technische Universität Braunschweig
Institut für Straßenwesen (ISBS)
Beethovenstraße 51 b
D-38106 Braunschweig, Deutschland

**ISBS**
Institut für Straßenwesen
TU Braunschweig

Programmmanagement:

Österreichische Forschungsförderungsgesellschaft mbH
Bereich Thematische Programme
Sensengasse 1
A – 1090 Wien



Kombinierte Bauweise Beton – Asphalt

KOMBAS

Ein Projekt finanziert im Rahmen der
Verkehrsinfrastrukturforschung
(VIF2019)

AutorInnen:

Dipl.-Ing.Dr. Alfred WENINGER-VYCUDIL

Univ.Prof.Dipl.-Ing.Dr. Michael WISTUBA

Dr.-Ing. Jens GRÖNNIGER

Dipl.-Ing.Dr. Martin BUCHTA

Dipl.-Ing.Dr. Georgi CHANKOV

em.Univ.Prof.Dipl.-Ing.Dr. Johann LITZKA

Auftraggeber:

Bundesministerium für Klimaschutz

ÖBB-Infrastruktur AG

Autobahnen- und Schnellstraßen-Finanzierungs-Aktiengesellschaft

Auftragnehmer:

Deighton Ingenieurbüro für Verkehrswesen und Infrastrukturplanung GmbH

Nievelt Labor GmbH

Technische Universität Braunschweig - Institut für Straßenwesen (ISBS)

Kurzfassung

Die zunehmende Schwerverkehrsbelastung auf vielen Abschnitten des österreichischen Autobahn- und Schnellstraßennetzes erfordert innovative Lösungen auch für den Straßenoberbau, speziell vor dem Hintergrund der Nachhaltigkeit im Bereich Bau, Erhaltung und Wiederverwendung.

In den letzten Jahren kam auf einigen Streckenabschnitten eine kombinierte Bauweise zum Einsatz, bei welcher auf eine Betondecke in Österreich üblicher Bauart eine (dünne) Asphaltdeckschicht errichtet wurde. Die ersten Erfahrungen zeigen ein hohes Innovationspotential dieser Lösung im Bereich der Nachhaltigkeit.

Das Hauptziel von KOMBAS (Kombinierte Bauweise Beton - Asphalt) besteht in der Entwicklung und Bewertung der bautechnischen Anforderungen an die kombinierte Bauweise „Betondecke mit Asphaltdeckschicht“ sowie in der Bereitstellung eines umfassenden Leitfadens für die Bewertung und die praktische Umsetzung auf dem Straßennetz der ASFINAG. Dabei spielen die korrekte Auswahl der Baumaterialien (mit Schwerpunkt lärmindernde Deckschichten), die optimale Zusammensetzung der geschichteten Konstruktion (Dimensionierung), der Schichtverbund, sowie auch die wirtschaftlich-ökologische Lebenszyklusbewertung vor dem Hintergrund der höchstmöglichen Verfügbarkeit der Strecken für die Nutzer (Kunden des Straßennetzes) eine entscheidende Rolle.

Die hier vorgestellte und untersuchte Oberbaubauweise gilt sowohl für den Neubau des Straßenoberbaus als auch für die Erneuerung oder Instandsetzung bestehender Betondecken.

Abstract

The increasing heavy vehicle traffic on many road sections of the Austrian motorway and expressway network requires innovative pavement construction solutions with the main focus on sustainability in the field of construction, maintenance and recycling.

A combined pavement construction with cement concrete structure and a (thin) asphalt overlay has been applied on some road sections in the last years, where this solution offers a high innovation potential from the sustainability point of view.

The main objective of KOMBAS (combined pavement construction cement concrete - asphalt) is the development and assessment of the requirements for this combined pavement construction with a unreinforced dowelled cement concrete structure and an asphalt surface layer. KOMBAS brings into focus the construction specifications but also the delivery of a comprehensive guideline for the evaluation and practical application of this solution on the road network of ASFINAG. An essential part of this project is the selection of adequate construction materials (especially noise reducing surface layers), the optimum combination of layers from the pavement design point of view, the bonding between cement concrete and asphalt as well as the economic and ecological life-cycle-assessment (LCA) of the solution considering the highest possible availability on the road network for the users.

The pavement construction method presented and examined in this research project applies both to the new construction of the pavement and to the reconstruction or constructive maintenance of existing concrete pavements.

INHALTSVERZEICHNIS

Kurzfassung	4
Abstract	5
1 Einleitung und Aufgabenstellung	9
2 Problemstellung und technischer Lösungsansatz	12
2.1 Beschreibung der Ausgangssituation.....	12
2.2 Technisch-wissenschaftlicher Lösungsansatz.....	16
3 Status Quo Erhebung	19
3.1 Grundlagen und Literatur in Österreich.....	19
3.2 Grundlagen und Literatur in anderen europäischen Ländern.....	27
3.2.1 Deutschland.....	27
3.2.2 Belgien.....	29
3.2.3 Niederlande.....	30
3.2.4 Schweiz.....	31
3.2.5 Nordamerika.....	31
3.3 Aktuelle Anforderungen und Vorgaben.....	33
3.3.1 Anforderungen in Österreich.....	33
3.3.2 Anforderungen in Deutschland.....	35
3.4 Zusammenfassung der Status Quo-Erhebung.....	39
4 Untersuchungs- und Teststrecken	42
4.1 Überblick und Auswahl.....	42
4.1.1 Anforderungen und Vorauswahl.....	42
4.1.2 Auswertung der Fragebögen.....	44
4.1.3 Ausgewählte Untersuchungsstrecken.....	48
4.2 Ergebnisse der Beurteilungen und Bewertungen.....	53
4.2.1 Schubfestigkeit.....	53
4.2.2 Haftzugfestigkeit.....	54
4.2.3 Verformungsanfälligkeit mittels Spurbildungstest.....	55
4.2.4 Steifigkeit mittels Spaltzug-Schwellversuch.....	56

4.2.5	Scherermüdungsbeständigkeit der Schichtgrenze mittels zyklischem Scherversuch (A2-2 Entnahmestellen, A9)	62
5	Bautechnische Gestaltung	69
5.1	Betondecke Neubaufall.....	69
5.2	Bestandsbetondecke	71
5.3	Haftbrücke	73
5.4	Asphaltdeckschicht.....	74
5.5	Prüfung des Schichtverbunds	76
5.6	Dimensionierung Neubau	76
5.6.1	Allgemeines.....	76
5.6.2	Theoretische Grundlagen	77
5.6.3	Untersuchte Oberbauvarianten.....	82
5.6.4	Berechnungsergebnisse	82
6	Holistische Lebenszyklusbewertung	85
6.1	Einleitung.....	85
6.2	Untersuchte Oberbauvarianten.....	85
6.3	Lebenszykluskostenanalyse Oberbauvarianten und Vergleich	88
6.3.1	Grundlagen der Analyse	88
6.3.2	Bewertung des Straßenzustandes - Zustandsindikatoren	89
6.3.3	Prognose des Straßenzustandes.....	91
6.3.4	Erhaltungsmaßnahmen	98
6.3.5	Standardisierte Lebenszyklen.....	100
6.3.6	Betrachtungsperiode.....	105
6.3.7	Kostenansätze.....	105
6.3.8	Ergebnisse der Oberbauvarianten	108
6.3.9	Variantenvergleich und Schlussfolgerung	113
6.4	Vereinfachte Ökobilanz.....	118
6.4.1	Allgemeines	118
6.4.2	Untersuchungsrahmen	118
6.4.3	GWP-Werte und Sachbilanz	119

6.4.4	Ergebnisse der Oberbauvarianten	123
6.4.5	Variantenvergleich und Schlussfolgerung	126
6.5	Abschätzung und Vergleich der Verfügbarkeit	131
7	Empfehlungen zur Implementierung	134
7.1	Entwurf für die Ergänzung der kombinierten Bauweise Betondecke mit Asphaltdeckschicht im Technischen Regelwerk	134
7.2	Überblick Inhalt KOMBAS-Leitfaden	136
7.3	Empfehlungen zur Auswahl und für die Anforderungen an Versuchsaufbauten und Versuchsstrecken im Netz der ASFINAG	138
7.3.1	Zielsetzung und Möglichkeiten einer Versuchsstrecke	138
7.3.2	Allgemeine Anforderungen	139
7.3.3	Spezielle Anforderungen Datenerhebung und Ergebnisdarstellung	139
8	Zusammenfassung und Ausblick	142
	Literatur	152

Anhang A: Leerfragebogen und ausgefüllte Fragebögen für Teststrecken

Anhang B: Detailergebnisse Wirtschaftlichkeitsuntersuchung (MS Excel)

Anhang C: Detailergebnisse vereinfachte Öko-Bilanz (MS Excel)

Anhang D: KOMBAS-Leitfaden

Anhang E: MS-Excel Berechnungsgrundlage Wirtschaftlichkeitsuntersuchung

Die Anhänge B, C und E stehen ausschließlich den Auftraggebern zur Verfügung.

1 Einleitung und Aufgabenstellung

Das Hauptziel von KOMBAS (Kombinierte Bauweise Beton – Asphalt) besteht in der Entwicklung und Bewertung der bautechnischen Anforderungen an die kombinierte Bauweise „Betondecke mit Asphaltdeckschicht“ sowie in der Bereitstellung eines umfassenden Leitfadens für die Bewertung und die praktische Umsetzung auf dem Straßennetz der ASFINAG. Dabei spielen die korrekte Auswahl der Baumaterialien (mit Schwerpunkt lärmindernde Deckschichten), die optimale Zusammensetzung der geschichteten Konstruktion, sowie auch die wirtschaftlich-ökologische Bewertung vor dem Hintergrund der höchstmöglichen Verfügbarkeit der Strecken für die „Kunden des Straßennetzes“ eine entscheidende Rolle.

Die hier vorgestellte und untersuchte Bauweise gilt sowohl für den Neubau des Straßenoberbaus als auch für die Erneuerung oder Instandsetzung bestehender Betondecken. Im Rahmen der Anwendung als Instandsetzung wird jedoch davon ausgegangen, dass die Bestandsbetondecke eine ausreichende Tragfähigkeit bzw. eine ausreichende technische Nutzungsdauer aufweist. Eine detaillierte Dimensionierungsbetrachtung von Bestandsbetondecken ist nicht Gegenstand dieses Projektes.

Zunächst werden im Projekt auf der Grundlage einer umfassenden Status-Quo-Erhebung bereits bestehender relevanter Strecken im ASFINAG-Netz und einer ausführlichen Literaturrecherche auf nationaler und internationaler Ebene (Untersuchungsergebnisse bestehender Strecken, Richtlinien, Forschungs- und Pilotprojekte, Erfahrungsberichte, etc.) die bautechnischen Anforderungen an die kombinierte Bauweise (Asphalt auf Beton) bezüglich Baumaterialien und Schichtaufbau (Dimensionierung für Neubau) und die praktische Bauausführung für KOMBAS definiert. Begleitend erfolgt eine holistische Lebenszykluskostenbetrachtung, die neben einer Wirtschaftlichkeitsuntersuchung auch eine Umweltbilanz unter Berücksichtigung der Anforderungen im Bereich Bau-, Erhaltung/Betrieb und Recycling beinhaltet.

Das Ergebnis von KOMBAS ist eine umfassende Aussage für die praktische Anwendung der untersuchten neuen Oberbaukonstruktion, der kombinierten Bauweise Betondecke mit Asphaltdeckschicht, welche häufig auch als „Black-Topping“ bezeichnet wird. Sie kann unmittelbar für die Einbindung in das Technische Regelwerk (z.B. RVS 03.08.63 [1]) sowie in die Planungshandbücher der ASFINAG herangezogen werden. Darüber hinaus werden für

die praktische Umsetzung auch die Grundlagen für eine Bewertung in Form von Leitfäden ausgearbeitet (siehe Anhang D, inkl. MS Excel Bewertungsformular, siehe Anhang E), sodass eine objektive und nachvollziehbare Bewertung dieser Lösung möglich ist. Die Ergebnisse von KOMBAS sind dabei primär für den Neubau und die Erneuerung einer Oberbaukonstruktion anwendbar, für den die vorgeschlagene Dimensionierung entsprechend RVS 03.08.63 [1] gilt.

Zur Entwicklung dieser kombinierten Bauweise werden in KOMBAS verschiedene technisch-wissenschaftliche Fragestellungen behandelt, die zusammenfassend zu folgenden Ergebnissen führen:

- Aufbereitung und Bewertung der aktuellen Erfahrungen mit der kombinierten Bauweise, detaillierte Untersuchung auf Projektebene der von der ASFINAG ausgewählten Teststrecken, sowie eine umfassende Recherche zur nationalen und internationalen Literatur
- Bautechnische Gestaltung und Bewertung der kombinierten Bauweise mit folgenden Schwerpunkten:
 - Auswahl der Baumaterialien im Bereich Betondecke, Haftbrücke und Asphaltdeckschicht
 - Schichtaufbau (Dimensionierung) als Grundlage für die Standardisierung,
 - Gestaltung und Vorbereitung der Betondeckenoberfläche (z.B. Oberflächenbehandlungsverfahren)
 - Sicherstellung des Schichtenverbunds zwischen Beton und Asphalt, baupraktische Anforderungen bei der Herstellung (z. B. Voraussetzungen Klima, Feuchte Betondecke, etc.)
- Durchführung einer holistischen Lebenszyklusbewertung in Form eines Vergleiches mit den Bauweisen gemäß RVS 03.08.63 [1] unter Berücksichtigung der Wirtschaftlichkeit, ausgewählter Umweltindikatoren und der Verfügbarkeit
- Umfassende Empfehlungen für die praktische Implementierung der innovativen kombinierten Bauweise Asphalt auf Beton im Rahmen eines Leitfadens mit folgenden Schwerpunkten:
 - Bautechnische Grundlagen (Auswahl und Anforderungen an Baumaterialien, Schichtenverbund, praktische Hinweise Umsetzung, etc.)

- Wirtschaftlich-ökologische Bewertung der kombinierten Bauweise Asphalt-Beton (Lebenszyklusbetrachtung Wirtschaftlichkeit, Umwelt und Verfügbarkeit)
- Bauliche Erhaltung (Erneuerung, Instandhaltung und Instandsetzung).

Der Leitfaden dient als Entwurf zur Aufnahme der kombinierten Bauweise Asphalt-Beton in das Technische Regelwerk (z.B. als Erweiterung bestehender Richtlinien oder als Merkblatt bzw. Arbeitspapier)

2 Problemstellung und technischer Lösungsansatz

2.1 Beschreibung der Ausgangssituation

Die zunehmende Schwerverkehrsbelastung auf vielen Abschnitten des österreichischen Autobahn- und Schellstraßennetzes erfordert innovative Lösungen im Bereich des Straßenoberbaus. Dabei fördert die ASFINAG sowohl moderne, zukünftigen Ansprüchen gerecht werdende Oberbaulösungen (Neubau, Erneuerung und Instandsetzung), als auch geeignete, ökologisch verträgliche Materialien und deren Einsatz vor dem Hintergrund der Nachhaltigkeit im Bereich Bau, Erhaltung und Wiederverwendung. Gerade die Wiederverwendung von Bestandmaterialien sowie die Berücksichtigung der Veränderungen der Ressourcenverfügbarkeit ist eine wesentliche Motivation zur Entwicklung von Bauweisen, die dem Begriff „Nachhaltigkeit“ gerecht werden. Dazu müssen auch neue Wege bei der Wahl von Straßenoberbaukonstruktionen besprochen werden. KOMBAS liefert hier einen entsprechenden Innovationsschritt.

Die aktuelle Richtlinie zur Dimensionierung des Straßenoberbaus, die RVS 03.08.63 [1], basiert in ihren Grundlagen auf den Bauweisen aus den 1990er Jahren. Dies gilt im Grundsatz auch für die darauf bezogene Dimensionierung gemäß RVS 03.08.68 [2], die zwar einen optimierten Einsatz von unterschiedlichen (modernen) Materialien ermöglicht, jedoch die klassischen Bauweisen abbildet. Innovative, nicht standardisierte Bauweisen, so auch eine kombinierte Bauweise von einer mit Asphalt überbauten Betondecke (KOMBAS), sind daher außerhalb dieser Richtlinien zu bewerten, was immer mit einem hohen Aufwand und einem erhöhten Risiko verbunden ist.

Die „Kombinierte Bauweise“ von (dünnen) Asphaltdeckschichten auf Betondecken kam in den letzten Jahren im A- und S-Sträßennetz in Österreich bereits vermehrt zum Einsatz, vor allem im Bereich der baulichen Instandsetzung, wo geschädigte Betondecken mit einer Asphaltdeckschicht (primär Splittmastixasphalt, SMA) überbaut wurden, um die technische Nutzungsdauer der Betondecke zu verlängern. Gerade die Kombination aus starren Betondecken zur Aufnahme von hohen Verkehrsbelastungen und flexiblen Asphaltdeckschichten zur Optimierung der Oberflächeneigenschaften vor dem Hintergrund steigender Deckschichtanforderungen (z.B. Reduktion Lärmemissionen) hat ein hohes Innovationspotential, sodass es sinnvoll ist, die bereits vorhandenen Erfahrungen zu erheben, zu bewerten und darauf aufbauend einen Vorschlag für eine Standardisierung auszuarbeiten.

Große Bedeutung bei der „kombinierten Bauweise“ hat der Verbund zwischen der (dünnen) Asphaltsschicht und der Betondecke. In Österreich wurden in den vergangenen Jahren unterschiedliche Ansätze verfolgt. So wurde z.B. auf langen Abschnitten der A2 Süd Autobahn die bestehende Betondecken angefräst und z.B. auf der A1 West Autobahn sowie auf der A4 Ost Autobahn die Betondecke durch Höchstdruckwasserstrahlen bzw. Kugelstrahlen bearbeitet. Darüber hinaus existieren auf der A1 im Bereich des Knotens St. Pölten Versuchsstrecken mit unterschiedlichen Oberflächenbehandlungsverfahren, die natürlich in KOMBAS Berücksichtigung finden. Eine Liste von ausgewählten repräsentativen Strecken kann der Tabelle 2 bzw. der Tabelle 3 entnommen werden.

Die korrekte Auswahl der Baumaterialien sowie deren optimale Kombination zu einer standfesten, dauerhaften Straßenbefestigung steht im Vordergrund, sowohl bezüglich der Ableitung der Lasten aus dem Schwerverkehr (Oberbaubemessung), als auch bezüglich der Anforderungen beim Bau je nach Einsatzgebiet und Anforderungen (z.B. Schichtverbund zwischen Beton und Asphalt, Anforderungen an die Betondecke bei Überbauung). KOMBAS liefert auch ein Instrument für die Bewertung von innovativen Lösungen (im Vergleich zu standardisierten Lösungen gem. RVS 03.08.63 [1]). Dazu wird eine wirtschaftlich-ökologische Lebenszyklusbetrachtung herangezogen, natürlich auch unter Berücksichtigung der betrieblichen Verfügbarkeitsanforderungen während Bau und baulicher Erhaltung (z.B. Instandhaltung Fugen, Erneuerung Asphaltdeckschicht infolge unterschiedlicher Lebensdauern von Betondecke und Asphaltdeckschicht). Diese umfassende Lebenszyklusanalyse soll die Entscheidungsfindung ermöglichen.

Eine wesentliche Motivation besteht in den Erfahrungen mit der kombinierten Bauweise, d.h. im Lernen aus Fehlern und Problemen (z.B. Reflexionsrisse, Blasen, falsche Vorbehandlung Betondecke), die in den Anfängen bei der Umsetzung dieser Bauweise verstärkt entstanden sind, aber auch heute noch auftreten. Neben der korrekten Wahl der Baumaterialien, der korrekten Zusammensetzung der geschichteten Konstruktion sowie der wirtschaftlich-ökologischen Bewertung ist daher auch die praktische Ausführung mit entsprechenden Empfehlungen eine Motivation für KOMBAS.

KOMBAS liefert einen wesentlichen Technologiesprung in der Weiterentwicklung der Straßenbautechnik durch eine umfassende Bewertung dieser kombinierten Bauweise,

wodurch (dünne) Asphaltdeckschichten auf Betondecken (Bestand oder Neubau) standardisiert projektiert und errichtet werden können, mit der Zielsetzung die aktuellen und zukünftigen Anforderungen an hochbelastete Straßen effizient zu erfüllen. Diese "kombinierte" Bauweise ermöglicht es, durch die Kombination einer starren Betondecke (Tragschicht) zur Sicherstellung einer hohen Tragfähigkeit durch hohen Verformungswiderstand mit einer Asphaltdeckschicht mit einer optimierten Gestaltung der Oberfläche, die positiven Eigenschaften von Beton und Asphalt zu einer innovativen Lösung zu vereinen.

Von zentraler Bedeutung für die bautechnische Gestaltung dieser Bauweise ist vor allem die starke, dauerhafte Verbindung zwischen der Betondecke und der (dünnen) Asphaltdeckschicht, sodass einerseits ein ausreichender Schichtenverbund zur Aufnahme von Schubkräften (aus Verkehr und Temperatur) zwischen den beiden Baumaterialien gewährleistet ist und damit die Haltbarkeit der Asphaltdeckschicht auf der Betondecke über einen langen Zeitraum sichergestellt werden kann. Ziel von KOMBAS ist es daher auch, die Vor- und Nachteile einzelner Verfahren aufzuzeigen und in Hinblick auf zukünftige Instandhaltungs- und Instandsetzungsmaßnahmen zu betrachten. Darüber hinaus sollten in KOMBAS die Abnahme-Anforderungswerte der RVS 08.16.01 [4] für den Verbund zwischen dem Asphalt und dem Beton verifiziert werden. Dazu wurden relevante Straßenabschnitte (Teststrecken) noch einmal materialtechnisch untersucht. Die Prüfwerte wurden den Ergebnissen der Abnahmeprüfungen gegenübergestellt und somit erlaubt dieser Vergleich erstmalig in Österreich die Quantifizierung der „Nachhärtung“ des Verbundes nach einer gewissen Liegedauer.

Ein Schwerpunkt von KOMBAS liegt auch bei der Beurteilung und Bewertung der Oberflächeneigenschaften und der technischen Lebensdauer von anwendbaren Asphaltdeckschichten mit Schwerpunkt „Lärm“. Die optimierten Oberflächeneigenschaften der Asphaltdeckschicht sollen dabei durch die Gestaltung der Fugen nicht negativ beeinflusst werden. Die Bauweise ist dabei so zu gestalten, dass neben der Aufnahme der Verkehrsbelastungen und der Ableitung dieser Lasten in den Untergrund auch die Erhaltungsintervalle optimiert sind, um baustellenbedingte Sperren kurz zu halten und die betriebliche Verfügbarkeit in einem hohen Ausmaß sicher zu stellen.

Um diesen Anforderungen gerecht zu werden und um die baupraktische Umsetzung der kombinierten Bauweise Betondecke mit Asphaltdeckschicht mit diesen Anforderungen zu verknüpfen, liefert KOMBAS einen ganzheitlichen Lösungsansatz zur Wahl des Aufbaus der geschichteten Konstruktion, zur umfassenden Bewertung der einzusetzenden Materialien für Betondecke und Asphaltdeckschicht und zur bautechnisch maximal wirksamen Ausführung des Schichtenverbunds des Asphalts auf der Betondecke (bauliche Gestaltung der Oberflächentextur der Betondecke, Auswahl und Vorschlag für anzuwendende Bitumenemulsionen, Voraussetzungen der Betondecke für das Aufbringen der Haftbrücke, etc.).

Um eine innovative Lösung zu bewerten, bedarf es einer umfassenden Beurteilung aus technischer, wirtschaftlicher und ökologischer Sicht. KOMBAS liefert die entsprechenden Antworten.

Der Innovationsgehalt von KOMBAS kann zusammenfassend durch folgende Punkte charakterisiert werden:

- Darstellung, Analyse und Bewertung der Entscheidungsgrundlagen für die kombinierte Bauweise Betondecke mit Asphaltdeckschicht
- Flexibler Lösungsansatz für die kombinierte Bauweise Betondecke mit Asphaltdeckschicht unter Berücksichtigung der unterschiedlichen Anforderungen (Verfügbarkeit, Nachhaltigkeit, Bautechnik, Wirtschaftlichkeit, ökologische Verträglichkeit);
- Verknüpfung innovativer Lösungsansätze zu einer baupraktisch umsetzbaren, standardisierten Gesamtlösung.

Die projektspezifische Innovation aus der Sicht der Projektpartner ist nicht nur eine theoretisch-wissenschaftliche Lösung, es umfasst insbesondere auch die praktische Umsetzung des „Erarbeiteten“. Das Projekt KOMBAS liefert deshalb nicht nur einen „bautechnisch-theoretischen Teil“, sondern beinhaltet auch den für eine praktische Anwendung dieser Bauweise notwendigen Leitfaden und Unterlagen bis hin zu einem Entwurf für eine Ergänzung des Technischen Regelwerks sowie Vorgaben für die Versuchsplanung und die Gestaltung von Versuchsstrecken.

2.2 Technisch-wissenschaftlicher Lösungsansatz

Der technisch-wissenschaftliche Lösungsansatz von KOMBAS basiert auf einem flexiblen Bearbeitungs- und Entwicklungsprozess, der auf der Grundlage einer umfassenden Grundlagenrecherche (Status-Quo-Erhebung) die Vorschläge für die bautechnische Gestaltung und parallel dazu die wirtschaftlich-ökologische Beurteilung im Rahmen einer holistischen Lebenszyklusanalyse vorsieht.

Den methodischen Ausgangspunkt stellt eine Grundlagenrecherche dar, bei der alle bestehenden relevanten Strecken des ASFINAG-Netzes einer umfassenden Zustandserfassung und -bewertung auf detaillierter Projektebene unterzogen werden. Die geplante Entnahme von Bohrkernen an zahlreichen, charakteristischen Streckenabschnitten ermöglicht eine labortechnisch detaillierte Analyse des Schichtenverbunds zwischen Asphalt und Beton und der Eigenschaften der eingesetzten Baumaterialien. Auch sämtliche vorliegende Informationen aus den Abnahmeprüfungen zu diesen Strecken wurden erhoben und beurteilt.

Von zusätzlicher, immenser Bedeutung ist die Erfahrung der Erhalter vor Ort. Im Rahmen eines Workshops wurde diese Erfahrung gesammelt und entsprechend systematisch für die weiterführenden Arbeiten aufbereitet und genutzt. Dazu zählen natürlich auch die Ergebnisse der Erfahrungen auf den Testabschnitten der A1 bzw. anderen Autobahnabschnitten. Ergänzt wurde die Grundlagenrecherche durch eine umfassende Studie und Aufbereitung der aktuellen nationalen und internationalen Literatur mit Schwerpunkt auf die Untersuchungsergebnisse zu bestehenden Strecken, auf Richtlinien, Forschungs- und Pilotprojekte sowie Erfahrungsberichte.

Für die bauliche Gestaltung der kombinierten Bauweise mussten folgende Aspekte betrachtet und systematisch behandelt werden:

- Auswahl und Bewertung des Einsatzes von unterschiedlichen Baumaterialien im Bereich der Betondecke, des Schichtenverbunds sowie der Asphaltdeckschicht
- Bautechnische Ausführung bzw. Gestaltung der Betondeckenoberfläche und der Anforderungen für einen optimalen Schichtenverbund zur Asphaltdeckschicht;
- Bautechnische Ausführung der Fugen in der Betondecke (bei Neubaukonstruktionen) und gegebenenfalls in der Asphaltdeckschicht;

- Empirisch-analytische Analyse zur optimalen Zusammensetzung der geschichteten Konstruktion (Dimensionierung) unter Berücksichtigung der standardisierten Lastklassen zur Analyse von möglichen bemessungsrelevanten Einflüssen der Asphaltdeckschicht auf das Gebrauchsverhalten und die Dauerhaftigkeit der Gesamtkonstruktion sowie zur Erarbeitung eines Entwurfes für die RVS für den Fall Neubau (bzw. Erneuerung Straßenoberbau)
- Zusammenstellung der Anforderungen an die Betondecke im Zuge der Herstellung der Asphaltdeckschicht in Abhängigkeit von der Ausgangslage als Neubaukonstruktion oder als Bestandsstrecke.

Die Durchführung einer holistischen Lebenszyklusbewertung in Form eines Vergleiches mit den standardisierten Bauweisen gemäß RVS 03.08.63 [1] (unter Berücksichtigung der Wirtschaftlichkeit und ausgewählter Umweltindikatoren) ergänzt die rein bautechnische Bewertung und garantiert einen ganzheitlichen Bewertungsansatz. Dabei hat sich gezeigt, dass vor allem das GWP (Global Warming Potential, ausgedrückt in CO₂-Äquivalent) den geeignetsten Umweltindikator für einen relativen Vergleich darstellt.

Auch eine Bewertung der Wirkung im Bereich Lärm wurde diskutiert, es zeigte sich jedoch im Rahmen der Diskussionen mit den Auftraggebern, dass die Konzeptionen der Asphaltdeckschichten nicht verändert werden dürfen und somit die Anforderungen an die Lärmabsorptionsfähigkeit bzw. eine reduzierte Lärmemission keinen Einfluss auf die Wahl der Bauweise sondern lediglich auf die Wahl der Deckschicht haben. So liefert z.B. der Vergleich zwischen einer Bauweise AS1 nach RVS 03.08.63 [1] mit einer SMA S3 Deckschicht und der KOMBAS-Bauweise mit SMA S3 keinen Unterschied und dies auch bei der Betrachtung von Langzeiteffekten. In beiden Fällen muss objektiv von einer identischen Entwicklung ausgegangen werden.

Als Vergleichsaufbau wurden auf der Grundlage von geführten Diskussionen die Asphaltbauweise AS1 und die Betonbauweise BE1 gemäß RVS 03.08.63 [1] herangezogen. Da sämtliche innerhalb einer Lastklasse nach RVS 03.08.63 [1] aufgelisteten Oberbaulösungen als „gleichwertig“ definiert sind, ist dieser Vergleich somit repräsentativ. Die Verwendung anderer Bauweisen (z.B. AS2, BE2, AS4) würde identische Ergebnisse im relativen Vergleich liefern.

Für die Wirtschaftlichkeit haben die Kosten aus Bau und Erhaltung sowie mögliche Restwerte eine wesentliche Bedeutung. Die ökologische Beurteilung erfolgt unter Heranziehung der Umweltindikatoren GWP und des Recyclingpotentials sowie mittels Aufstellung einer Bilanz (Vergleich der Auswirkungen beim Bau, Instandhaltung und Instandsetzung sowie der verbesserten Langzeitwirkungen), wiederum in Form eines relativen Vergleichs zwischen den unterschiedlichen Bauweisen. Damit die Lebenszyklusanalyse auch praktisch stets durchführbar bleibt, werden standardisierte Lebenszyklen definiert, und diese mittels Verwendung der kalibrierten deterministischen Zustandsprognosemodelle aus dem Pavement Management System der ASFINAG, sowie der Projektergebnisse zur bautechnisch optimierten Gestaltung und der bis dato vorhandenen Erfahrungen validiert. Als Ergebnis liefert diese Analyse die Entwicklung von unterschiedlichen Bewertungsindikatoren in Abhängigkeit von der Anwendung von Instandhaltungs- und Instandsetzungsmaßnahmen innerhalb des technischen Lebenszyklus. Für die Beurteilung der Wirkungen auf die Verfügbarkeit wird die Anzahl der Erhaltungsmaßnahmen und deren Umfang beschrieben.

Von zentraler Bedeutung ist die Dokumentation der Projektergebnisse als Grundlage für die praktische Umsetzung der kombinierten Bauweise Betondecke mit Asphaltdeckschicht auf dem Straßennetz der ASFINAG. Dazu wird eine strukturierte Vorgehensweise gewählt, die sich auf die einzelnen Fragestellungen von KOMBAS bezieht und neben den Grundlagen für eine Implementierung in das Technische Regelwerk auch die praktische Umsetzung intensiv behandelt. Die Dokumente wurden im Rahmen eines Workshops dem Auftraggeber vorgestellt.

3 Status Quo Erhebung

3.1 Grundlagen und Literatur in Österreich

Aufgrund der Tatsache, dass mehr als 30% des Straßenoberbaus auf dem ASFINAG-Netz in der Betonbauweise ausgeführt sind, entstand bereits sehr früh die Überlegung, die Betondecken mit einer dünnen Asphaltdeckschicht (wenige cm) zu überbauen. Darüber hinaus wurde auch durchwegs erfolgreich versucht, im Zuge der Errichtung einer Betondecke diese mit einer Asphaltdeckschicht zu überbauen, wobei in fast allen Fällen eine lärmindernde Deckschicht aufgrund lärmreduzierender Anforderung die Lösung darstellte. Die nachfolgenden Kapitel geben einen Überblick über aktuelle österreichische Projekte und die Literatur zum Projektthema.

Diplomarbeit Zehetner M.: Asphaltüberbau bei Betonfahrbahnen [22]

Die im Jahr 2015 an der FH Campus Wien erstellte Diplomarbeit befasst sich umfassend mit der Thematik des Überbaus von Betondecken mit Asphalt (als Erhaltungsmaßnahme). In dieser Arbeit werden sowohl der vorhandene technische Hintergrund beschrieben als auch ausgeführte Beispiele in Österreich und Deutschland hinsichtlich wichtiger Parameter aufgeschlüsselt.



Abbildung 1: Vorgespritzte Betondecke, Foto Zehetner [22]

Als Fazit liegt eine Liste von Vor- und Nachteilen vor, die hier wie folgt zusammengefasst sind:

- Vorteile:
 - Effiziente und wirtschaftliche Anwendung ist möglich, je nach Anforderungen
 - Kann für das Hinausschieben von Erneuerungsmaßnahmen im Bereich der Betondecke herangezogen werden
 - Möglichkeit zur Erfüllung spezieller Deckschichtanforderungen (z.B. Lärm)
 - Technische Nutzungsdauer der Asphaltdeckschicht ist länger als erwartet (>> 10 Jahre)
- Nachteile
 - Praktisch keine Richtlinien für die Bauweise vorhanden
 - Blasenbildung ist möglich und problematisch
 - Mehraufwand durch Ausbildung der Fugen (ohne genaue Kostenabschätzung)
 - Höhere Temperaturen am Straßenoberbau und damit auch Wirkungen auf die Betondecke und somit höhere Beanspruchung
 - Komplexeres Recycling durch Trennung zwischen Asphalt und Beton

Speziell der Vergleich ausgewählter Beispiele zeigt, dass die bisherige Herangehensweise an diese Erhaltungsmaßnahme sehr unterschiedlich war und es auch kein einheitliches Konzept für die Umsetzung gibt. In weiterer Hinsicht wird auch ersichtlich, wo die Probleme zwischen Anforderungen und Möglichkeiten der Bauweise liegen und welche Reglementierungen getroffen werden müssten, um dieses Instandsetzungskonzept weiterentwickeln zu können.

Forschungsprojekt TU-Wien: Verbund Asphaltdecke auf Betondecke -

Wissenschaftliche Betreuung der Versuchsstrecke [23]

Im Rahmen der Instandsetzung der Autobahn A1 Böheimkirchen - St. Pölten Süd, RFB Salzburg wurde im Abschnitt Böheimkirchen (km 46,980 bis km 53,290) am ersten Fahrstreifen die bestehende Betondecke ausgebaut und eine neue Asphaltbinderschicht auf die volle Dicke der ursprünglichen Betondecke eingebaut. Im Anschluss wurde die gesamte Fahrbahn (Pannestreifen bis 3. Fahrstreifen) mit einer neuen Asphaltdeckschicht überbaut. Inhalt dieses Forschungsprojekts waren die Untersuchungen zur Überbauung der Betondecke mit einer bituminös gebundenen Schicht. Dabei wurden im speziellen die Verbundeigenschaften am Interface zwischen Bestandsbeton und Asphaltüberbauung an

Bohrkernen aus dieser Untersuchungsstrecke, sowie dreier weiterer Strecken am ASFINAG-Netz analysiert.

Schubverbund bei 20 °C nach ÖNORM B 3639-1			
Überbauung	Vorbehandlung	Anzahl Probekörper geprüft	Anzahl Probekörper ausgewertet
SMA S2	Kugelstrahlen	4	2
	Höchstdruckwasserstrahlen	4	4
	Kugelstrahlen + HDW	4	3
SMA S3	Kugelstrahlen	4	4
	Höchstdruckwasserstrahlen	4	3
	Kugelstrahlen + HDW	4	4
Haftverbund bei 0 °C nach ÖNORM B 3639-2			
Überbauung	Vorbehandlung	Anzahl Probekörper geprüft	Anzahl Probekörper ausgewertet
SMA S2	Kugelstrahlen	4	4
	Höchstdruckwasserstrahlen	5	3
	Kugelstrahlen + HDW	4	4
SMA S3	Kugelstrahlen	4	4
	Höchstdruckwasserstrahlen	4	4
	Kugelstrahlen + HDW	4	3

Abbildung 2: Prüfprogramm Forschungsprojekt TU-Wien [23]

Die Ergebnisse lassen sich dabei wie folgt zusammenfassen [23]:

- Im Rahmen des Projektes wurden umfangreiche Untersuchungen durchgeführt, um eine realitätsnahe Überbauung von vorbehandelten Betondecken mit Asphalt im Labor zu erreichen. Dafür wurden mehrere Überbauungsvarianten entwickelt und die Probekörper aus dem Labor mit den in-Situ entnommenen Probekörpern verglichen. Unter anderem wurden die Abmessungen der Bohrkerns variiert, die Art und das Alter der Emulsion berücksichtigt, sowie auch die aufgebrauchte Emulsionsmenge und die Verdichtungsmethode variiert. Bei drei dieser Varianten wurde die Haftzugfestigkeit der Probekörper und bei einer zudem die Schubfestigkeit untersucht. Im Zuge der Untersuchungen zeigte sich, dass bei allen entwickelten Varianten die Ergebnisse der im Labor hergestellten Probekörper deutlich niedriger sind als jene von den Bohrkernen aus der Hauptversuchsstrecke, die nach dem Deckschichteinbau entnommen wurden. Daher können aus diesem Projekt keine Empfehlungen abgeleitet werden, was die Herstellung von mit Asphalt überbauten Probekörpern im Labor betrifft. Offensichtlich haben die Randbedingungen bei Verdichtung im Labor einen zu großen Einfluss auf die

Verbundentwicklung im Interface, sodass die Festigkeiten im Labor nicht an jene im Feld herankommen. Die Überbauung von Betonoberflächen mit Asphaltenschicht mit Walzsegmentverdichter oder Marshallhammer ist zur Zeit als ungeeignet zu bezeichnen.

- Um die Beanspruchungssituation am Interface zwischen Bestandsbeton und Asphaltüberbauung untersuchen zu können, wurden Finite Elemente-Simulationen durchgeführt. In einem ersten Schritt wurde ein Modell zur Nachbildung der statischen Schubfestigkeitsprüfung mit zusätzlicher Belastung in normaler Richtung erstellt, um die Verbundeigenschaften des geprüften Probekörpers bestimmen zu können. Diese Verbundeigenschaften wurden in einem weiteren Modell des Straßenkörpers am Interface zwischen Bestandsbeton und Asphaltenschicht verwendet. Aus der Simulation wurden die maximalen Spannungen infolge Gewichts- und Bremskräfte ermittelt. Mit Hilfe dieser Methodik wurden Schubversuche an Probekörpern der Hauptversuchsstrecke ausgewertet und die auftretenden Schubspannungen am Interface zwischen Betonoberfläche und Asphaltdeckschicht ermittelt. Eine statistische Auswertung ergibt einen Mittelwert von $0,69 \text{ N/mm}^2$, eine Standardabweichung von $0,04 \text{ N/mm}^2$ und ein 95%-Quantil von $0,75 \text{ N/mm}^2$. Auf Basis der durchgeführten Materialprüfungen und Simulationen kann unter Berücksichtigung eines Sicherheitsbeiwertes ein Grenzwert für die Schubfestigkeit gemäß ÖNORM B 3639-1 [36] von $0,9 \text{ N/mm}^2$ empfohlen werden. Die Anwendung eines solchen Beiwertes ist notwendig, um die Ergebnisse aufgrund geringer Stichprobengröße ausreichend abzusichern. Bei entsprechenden weiteren Untersuchungen und Simulationen könnte dieser Beiwert in Zukunft verringert und die Anforderung dadurch weiter präzisiert werden. Übernahmefähig mit Qualitätsabzug sind gemäß dieser Empfehlung Abschnitte mit einer Schubfestigkeit zwischen $0,9 \text{ N/mm}^2$ und $0,6 \text{ N/mm}^2$ siehe Abbildung 4). Nicht abnahmefähig sind Abschnitte mit einer Schubfestigkeit unter $0,6 \text{ N/mm}^2$. In Bezug auf die Anforderungen an den Haftverbund gemäß ÖNORM B 3639-2 [37] werden auf Basis der Ergebnisse dieses Projekts keine Änderungen empfohlen.

Die vorbehandelten Flächen auf der Hauptversuchsstrecke A1 wiesen (wie im Bauvertrag geregelt) eine Rauigkeit von i.M. mindestens $0,8 \text{ mm}$, eine Haftzugfestigkeit größer als $2,0 \text{ N/mm}^2$ (siehe hierzu auch Abbildung 3) sowie eine Oberflächenfeuchte von weniger als 1 M-\% auf.

Die Werte in Abbildung 3 und Abbildung 4 zeigen in Abhängigkeit von der Vorbehandlung der Betondeckenoberfläche (K...Kugelstrahlen, HöDW...Höchstdruckwasserstrahlen und HDW...Hochdruckwasserstrahlen) die entsprechenden Wirkungen.

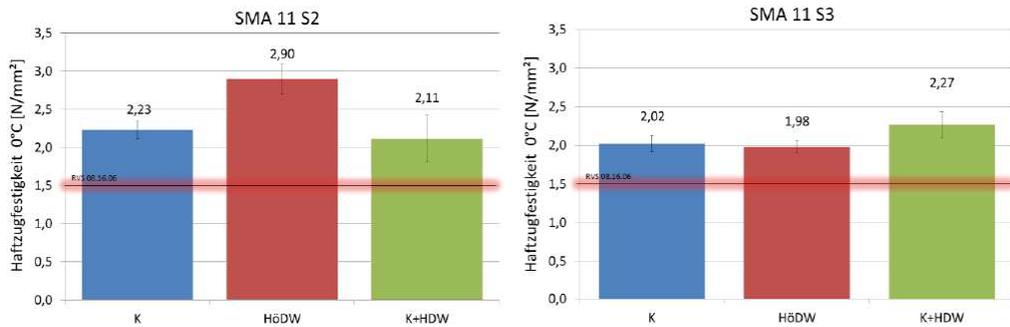


Abbildung 3: Mittelwerte Haftzugfestigkeiten auf den untersuchten Strecken im Rahmen des Forschungsprojektes der TU-Wien [23]
K...Kugelstrahlen, HöDW...Höchstdruckwasserstrahlen, HDW...Hochdruckwasserstrahlen

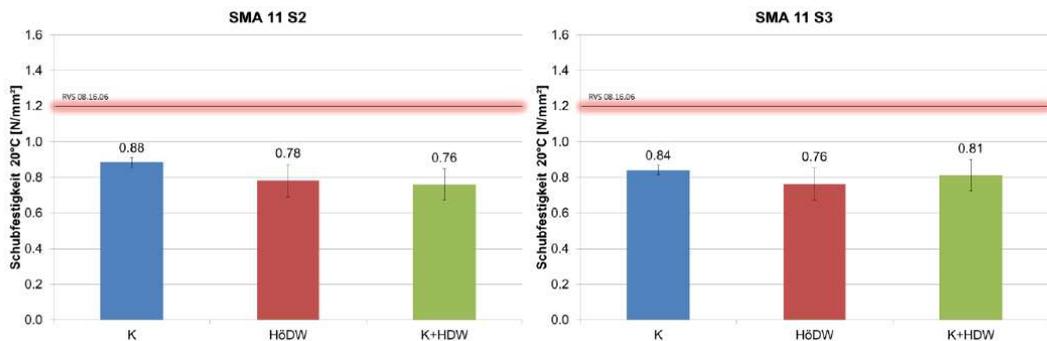


Abbildung 4: Mittelwerte Schubfestigkeiten auf den untersuchten Strecken im Rahmen des Forschungsprojektes der TU-Wien [23]
K...Kugelstrahlen, HöDW...Höchstdruckwasserstrahlen, HDW...Hochdruckwasserstrahlen

Die Auswertung der Prüfergebnisse aus dieser Strecke direkt nach Verkehrsfreigabe bzw. 1 Jahr zeigt folgende Ergebnisse:

- Direkt nach Verkehrsfreigabe zeigen Probekörper, die mit Kugelstrahlen vorbehandelt wurden, geringfügig bessere Schubfestigkeiten verglichen mit den anderen beiden Vorbehandlungsmethoden. Jedoch konnten keine signifikanten Unterschiede festgestellt werden. Ebenso zeigen sich keine signifikanten Unterschiede zwischen Überbauung mit SMA 11 S2 und dem offeneren SMA 11 S3. Der laut RVS 08.16.01 geforderte Grenzwert für

die Schubfestigkeit von 1,2 N/mm² wird von den Prüfkörpern aller Vorbehandlungsarten und beider Asphaltarten unterschritten. Die Prüfung des Haftverbunds zeigt keine eindeutigen Trends. Der höchste Wert für die Haftzugfestigkeit wird bei einer Kombination aus Höchstdruckwasserstrahlen und SMA 11 S2 erreicht. Die Mittelwerte der fünf weiteren Kombinationen unterscheiden sich nur unwesentlich, daher kann an dieser Stelle analog zur Schubfestigkeit bestätigt werden, dass alle Varianten unmittelbar nach Überbauung ähnliche Qualität des Verbunds liefern. Der laut RVS 08.16.06 geforderte Grenzwert für die Haftzugfestigkeit von 1,5 N/mm² wurde von allen Probekörpern überschritten.

- Bohrkern, die 1 Jahr nach Verkehrsfreigabe entnommen wurden, zeigen ein etwas differenziertes Bild in Bezug auf die Schubfestigkeit. Die größten Anstiege bei der Schubfestigkeit werden mit der dichteren Überbauung SMA 11 S2 erreicht, wenn die Betondecke mit einer Kombination aus Kugelstrahlen und Hochdruckwasserstrahlen behandelt wird. Die Festigkeit steigt um 50% auf 1,2 N/mm² an und ist damit übernahmefähig. Die beiden anderen Varianten zeigen eine Erhöhung der Schubfestigkeit um etwa 25%. Beim offeneren SMA 11 S3 zeigen sich geringere Zuwächse (bis +20%) und geringere absolute Schubfestigkeiten. Daher wird auf Basis der hier durchgeführten Untersuchungen eine Überbauung mit SMA 11 S2 empfohlen. Ein Vergleich der Vorbehandlungsmethoden der Betonoberfläche zeigt geringfügige Vorteile für eine Vorbehandlung durch eine Kombination aus Kugelstrahlen und Hochdruckwasserstrahlen. Die Ergebnisse sind in der nachfolgenden Abbildung 5 dargestellt.

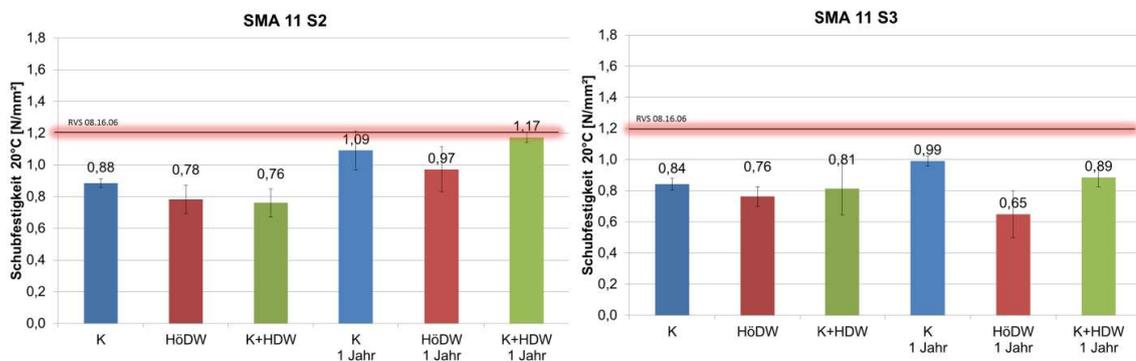


Abbildung 5: Vergleich der Mittelwerte der Schubfestigkeiten vor der Verkehrsfreigabe und 1 Jahr nach der Verkehrsfreigabe; links: Überbauung mit SMA 11 S2, rechts: Überbauung mit SMA 11 S3 [23]

- Die Untersuchung von weiteren Probestrecken (A1, A2 und A9) zeigen vor allem in Bezug auf die Schubfestigkeit, dass nur bei den beiden Strecken (A2 und A9), die augenscheinlich vor der Überbauung gefräst wurden, der aktuell gültige Grenzwert von 1,2 N/mm² überschritten wird.

Hofko B., Eberhardsteiner L., Dimitrov M. und Bayraktarova K.: Behaviour of the interface bonding between asphalt overlays and rigid pavements [25]

Dieses Paper beschreibt im Überblick die Ergebnisse der im Rahmen von „Verbund Asphaltdecke auf Betondecke - Wissenschaftliche Betreuung der Versuchsstrecke“ [23] durchgeführten Untersuchungen und gibt somit eine gute Zusammenfassung der Erkenntnisse, die bereits zuvor zusammengefasst beschrieben wurden.

Diplomarbeit Schreiner J.G.: Blasenbildung bei Asphaltdeckschichten auf Betondecken [24]

Diese im Jahr 2020 ausgearbeitete Diplomarbeit befasst sich speziell mit der Problematik der Blasenbildung bei Asphaltdeckschichten auf Bestandbetondecken. Inhalt des ersten Teils der Arbeit ist die Zusammenstellung möglicher Ursachen, geeigneter Sanierungsmaßnahmen sowie Strategien zur Vermeidung der Blasenbildung anhand einer Literaturrecherche. Dabei wurden Thesen zur Herkunft des beteiligten Wassers sowie den relevanten und möglichen Transportvorgängen zusammengestellt und analysiert. Wesentlich ist, dass die Blasenbildung aus der temperaturbedingten Ausdehnung von eingeschlossenem Wasser, das weder durch die unten befindliche Betondecke noch in oder durch die Asphaltdeckschicht entweichen kann, erfolgt.



Abbildung 6: Blasenbildung – Foto ASFINAG [24]

Des Weiteren wurden die in der Literatur beschriebenen Sanierungsmaßnahmen erhoben und beurteilt. Ebenso wurden in der Literatur angeführte Strategien zur Vermeidung zusammengestellt und für die gegenständliche Bauweise bewertet (sh. unten).

Der zweite Teil der Arbeit war die Analyse von zur Verfügung gestellten Daten der betroffenen zwei Baulose sowie der Vergleich zu einem dritten vom Auftraggeber der Arbeit (ASFINAG) ausgewählten Baulos. Die Auswertung und Beurteilung der Daten fokussierte sich einerseits auf die Betrachtung der Bautagesberichte als Dokumentation der Arbeitsabläufe und der Witterungsbedingungen während der Bauarbeiten. Bei diesen wurden nur vereinzelt ungünstige Bedingungen festgestellt, die keine Schlüsse auf das flächendeckende Auftreten der Blasen zuließen. Andererseits standen auch die Prüfergebnisse der Bohrkerne der Abnahmeprüfungen im Zentrum der Betrachtungen. Diese zeigten, dass die vorgeschriebenen und empfohlenen Grenzwerte der Kennwerte Hohlraumgehalt und Schubverbund großflächig unterschritten wurden. Teilweise traten diese Unterschreitungen auch bei der Schichtdicke auf.

Im Rahmen dieser Arbeit konnte die Herkunft des Wassers, das zur Blasenbildung notwendig ist, bei keinem der beiden betrachteten Baulose bestimmt werden. Es wurden die angewendeten Sanierungsmaßnahmen beschrieben und eine Beurteilung, soweit möglich abgegeben. Die maßgebenden Erkenntnisse können dabei wie folgt zusammengefasst werden [24]:

- Um die Auftretswahrscheinlichkeit möglicher Quellen von Wasser zu minimieren, wird empfohlen, Einbauzeitpunkt und Vorbehandlung an die Witterungsumstände

anzupassen. Der Bestandsbeton sollte vor dem Vorspritzen hinsichtlich möglicher Wassereinträge durch vorhergehende Niederschläge oder Rückstände aus dem HDW-Strahlen beurteilt werden.

- Ebenso soll gewährleistet werden, dass die aufgebrachte Vorspritzemulsion zum Zeitpunkt des Asphalteinbaus günstige Bedingungen für den Einbau bietet.
- Im Besonderen sollten die Kennwerte der Verdichtung und der Hohlraumgehalt beachtet werden. Zur Erhöhung des Hohlraumgehaltes wird empfohlen, bei der Sanierung von Betondecken durch Asphaltüberbauung einen Asphalt mit höherem Hohlraumgehalt zu wählen. Die unteren Grenzwerte für den Hohlraumgehalt des Asphaltes sollten bei mindestens 5 Vol.-% liegen, um auch bei Überverdichtung einen ausreichenden Hohlraumgehalt zu gewährleisten.
- Des Weiteren wird empfohlen, flächendeckende dynamische Verdichtungskontrollen (FDVK) bei Asphalteinbau auf Betondecken einzusetzen. Durch die FDVK während des Einbaus soll sichergestellt werden, dass sowohl Verdichtungsunterschreitungen wie auch -überschreitungen vermieden werden. So soll ein möglichst günstiger Hohlraumgehalt hinsichtlich der Blasenbildung aber auch hinsichtlich der erforderlichen Asphalteeigenschaften, wie etwa der Standfestigkeit, nach Einbau vorhanden sein. Derzeit wird die FDVK in einigen Ausschreibungen der ASFINAG für das hochrangige Straßennetz in Österreich als Qualitätskriterium definiert. Es ist abzuwiegen und zu prüfen, ob bei Asphalteinbau auf Bestandsbeton eine FDVK nicht nur als Qualitätskriterium, sondern als Position in das Leistungsverzeichnis aufgenommen werden kann, oder soll.

3.2 Grundlagen und Literatur in anderen europäischen Ländern

In den nachfolgenden Kapiteln finden sich ausgewählte Literaturquellen, die einen Bezug zum Projekt KOMBAS aufweisen und auch als Grundlagen bzw. als Erkenntnisse Berücksichtigung finden.

3.2.1 Deutschland

Neben Österreich wurden vor allem in Deutschland Projekte und Untersuchungen im Bereich von mit dünnen Asphaltdeckschichten überbauten Betondecken durchgeführt. Die nachfolgende Liste ist eine Zusammenstellung der maßgebenden Veröffentlichungen:

Neußner E.: Straßenbefestigungen mit Schichten aus Asphalt und Beton – Überblick über nationale und internationale Konzeptionen [26]

Neußner gibt in seinem Beitrag aus dem Jahr 1995 einen umfassenden Überblick über kombinierte Bauweisen, darunter auch die Überbauung von Betondecken mit Asphaltdeckschichten mit den entsprechenden Vor- und Nachteilen. Dabei wird besonders die Möglichkeit einer lärmindernden Deckschicht (z.B. PA) als wesentlicher Vorteil angeführt.

Großhans D. und Tschierschke G.: Höhensparende Überbauung von Betonstraßen mit Hilfe der SAMI-Bauweise [27]

In diesem Beitrag wird eine Überbauungslösung unter Verwendung einer SAMI-Schicht im Detail beschrieben, wobei die Überbauung in Asphalt zumindest aus einer Binder- und einer Deckschicht (SMA) besteht, sodass nicht von einer „dünnen“ Überbauung gesprochen werden kann.

Höller S.: Asphalt auf Beton - Die Komposition für die Zukunft [28]

Höller erläutert anhand von Beispielen die Überbauung einer Betondecke mit einer 4 cm dicken SMA-Deckschicht und bezeichnet diese Lösung als Kompaktbauweise, wobei die Betonfahrbahn als durchgehend bewehrte Betondecke ausgeführt wurde. Bei allen Beispielen wurden die Anforderungen an den Haftverbund erfüllt und auch hier wird der wesentliche Vorteil der Ausgestaltung einer lärmindernden Asphaltdeckschicht, die auch mehrmals ohne größeren Aufwand instandgesetzt werden kann, besonders hervorgehoben.

Schmerbeck R.: Asphaltmischgut für dünne Asphaltdeckschichten im Heißeinbau auf Versiegelung [31]

Dieser Beitrag in Straßen und Autobahn aus dem Jahr 2009 beschreibt einige Anwendungsbeispiele von Dünnschichtdecken auf Betonfahrbahnen (DSH-V) mit Größtkorn 5 mm bzw. 8 mm im Bereich der Autobahndirektion Südbayern. Der Grund für die Anwendung dieser versiegelnden Deckschichtart mit einer Dicke zwischen 20 und 30 mm ist auch eine Reduktion der Lärmemissionen, die auf allen Abschnitten erreicht werden konnte.

VdZ Ad-hoc Arbeitsgruppe: Dünne Asphaltbeläge auf Betondecken [32]

Mit einem umfassenden Sachstandsbericht liefert der Verein Deutscher Zementwerke im Jahr 2010 eine umfassende Grundlage für die Anwendung von dünnen

Asphaltbelägen auf Betondecken. Der Bericht beinhaltet Anwendungsbeispiele, liefert Aussagen zur Wirtschaftlichkeit und beinhaltet auch eine Liste maßgebender Literatur. Darüber hinaus zeigt er den Stand der Normung für diesen Straßenoberbau.

Dirnhofer H. C.: Dissertation. Theoretische und experimentelle Untersuchungen dünner Asphaltdeckschichten auf durchgehend bewehrten Betondecken [33]

Im Rahmen dieser Dissertation wurden anhand von theoretischen und experimentellen Untersuchungen verschiedene Aspekte der Kompositbauweise, bestehend aus einer durchgehend bewehrten Betondecke mit dünner Asphaltüberbauung vertieft untersucht. Der Schwerpunkt der Untersuchungen lag dabei im Bereich der Dimensionierung, der Anforderungen an die Ausführung, der Konzeptionierung von Versuchsstrecken sowie den Ergebnissen aus der Untersuchung auf den deutschen Pilotstrecken (z.B. BAB A5 und A 94).

Da der Schwerpunkt der Arbeit im Bereich der durchgehend bewehrten Betondecken liegt, sind die Erkenntnisse nur bedingt auf die gegenständliche Fragestellung anwendbar.

3.2.2 Belgien

Neben Deutschland und Österreich hat vor allem auch Belgien einen vergleichsweise hohen Anteil von Betondecken auf dem Hochleistungsstraßennetz, wobei auch hier die meisten Betondecken vor mehr als 20 Jahren errichtet wurden. Im Gegensatz zu Deutschland und Österreich, wo die Betondecken fast ausschließlich in der Plattenbauweise errichtet wurden und werden, sind die meisten Betondecken auf den Autobahnen in Belgien als durchgehend bewehrte Betondecken ausgeführt. Dies bedeutet, dass durch die Bewehrung die entsprechenden Kräfte des Schwindens aufgenommen werden und nur Mikrorisse vorhanden sind. Die fehlenden Quer- und Längsfugen führen dadurch zu einer geringeren Beanspruchung (fehlende dynamische Beanspruchung der LKW-Achslasten beim Überfahren der Fuge) und auch zu einem besseren Fahrkomfort. Durch die Bewehrung wird jedoch der Herstellungsaufwand deutlich erhöht und somit auch die Herstellungskosten, wobei die Bemessungslebensdauern der durchgehend bewehrten Betondecken auch deutlich über jenen in Deutschland und Österreich liegen.

Auch die Überbauung von älteren Betondecken mit Asphalt ist durch das Fehlen der Quer- und Längsfugen einfacher, wobei nur wenige Strecken in Belgien mit Asphalt überbaut

wurden, ohne dass die Betondecke entspannt wurde und somit nicht mehr als maßgebendes „Tragelement“ im Oberbau angerechnet werden kann. Bei den lt. Auskunft der belgischen Straßenverwaltung bis dato durchgeführten Überbauungen (ohne Entspannung der Betondecke), handelt es sich zumindest um 2-schichtige Asphaltkonstruktionen, also nicht um dünne Asphaltdeckschichten auf Beton, sodass ein Vergleich nicht möglich ist. Darüber hinaus wird meistens direkt auf die Betondecke eine SAMI-Schicht (Stress Absorbing Membrane Interlayer) aufgebracht, um mögliche Spannungen aus der Betondecke nicht in die Asphaltüberbauung zu übertragen. Diese Überbauungen zeigen, ausgenommen von typischen Problemen einer Asphaltdeckschicht, wie z.B. Spurrinnen, keine speziellen Schadensbilder und haben sich als Sanierungsmethode bewährt. Neubaukonstruktionen, die direkt mit einer Asphaltüberbauung errichtet wurden, sind im Bereich der belgischen Autobahnen nicht vorhanden.

3.2.3 Niederlande

Unter Bezugnahme auf die untersuchte Literatur in Deutschland ergab sich auch die Erkenntnis von Anwendungsbeispielen in den Niederlanden. Die nachfolgende Abbildung 7 zeigt eine Liste von Anwendungsbeispielen in der Provinz Noord-Brabant, die im Sachstandsbericht der VdZ [32] aufgelistet sind. Weitere Details stehen dem Projektteam nicht zur Verfügung. Jedoch zeigt die Tabelle auch die Ursachen der Maßnahmen und das Baujahr sowie die Maßnahmen an der Betondecke.

Darüber hinaus gibt es Erkenntnisse und positive Erfahrungen über den mehrmaligen Ersatz von PA-Deckschichten auf Betondecken, sodass eine Überbauung einer Betondecke mit einer lärmindernden Deckschicht eine erfolgreiche Kombination darstellt (siehe hierzu [34]).

Besichtigung der AG DAB am 15.9.2008								
Strecken in der Provinz Noord-Brabant.								
Die Strecken der N285 (West Brabant) hat die Arbeitsgruppe nicht besichtigt.								
	Strasse	Beton	Baujahr	Strecke	Ursache	Jahr	Maßnahme/Deckschicht	Zustand
1	N279	unbewehrt	2000	bei Veghel	Lärm	2004	„Interpave“ + „Micropave“ (25 mm+25 mm)	Risse und Blasen an Quertfugen
2	N279	unbewehrt	2000	Veghel-Boerdonk	Lärm	2007	3 verschiedene Ausführungen, Gesamtdicke 80 mm	Gut
3	N279	bewehrt	2000	Veghel-A50	Lärm	2004	20 mm „Microville“	Risse an manchen Fugen
4	N615	unbewehrt	1985	Uml. Lieshout	Griffigkeit	2005	10 mm „Safedress“	Risse - besser wäre gewesen: geschnittene und gefüllte Fugen
5	N285	unbewehrt	1970	Zevenbergen	Totalerneuerung	2007	entspannen des teilw. geschädigten Waschbetons; zum Teil mit elastifiziertem Asphalt und lärminderndem Asphalt „Microflex“ (25 mm + 25 mm)	Gut
6	N285	unbewehrt	1987	Terheijden	Griffigkeit	2005	leicht entspannt, modifizierter Kleber, 50 mm Asphalt (STAB), 25 mm lärmindernde ZSA von KWS halbdicht.	Gut
7	N285	unbewehrt	1987	Terheijden	Griffigkeit	2004	lärmindernder Asphalt (BAM) 25 mm, Fugen geschnitten und gefüllt.	Gut

Abbildung 7: Anwendungsbeispiele von dünnen Asphaltdeckschichten in den Niederlanden [32]

3.2.4 Schweiz

Aufgrund der Tatsache, dass der Betondeckenbau auf den Autobahnen in der Schweiz in den letzten 20 Jahren praktische keine Bedeutung mehr hat und die meisten Betondecken im Rahmen einer Erneuerung in Asphalt „umgebaut“ werden, liegen keine verwertbaren Kenntnisse über Betondecken mit dünnen Asphaltdeckschichten vor.

Ungeachtet der aktuellen Situation, wurde auch in der Schweiz das Innovationspotential dieser Bauweise durch die Experten erkannt. Im Artikel „Nachhaltige Bauweise für die Zukunft: Dünne Asphaltbeläge auf Betondecken“ [30] beschreiben die Autoren die Vor- und Nachteile dieser Lösung anhand von Beispielen in Deutschland der Möglichkeit eines Einsatzes in der Schweiz.

3.2.5 Nordamerika

Auch in den USA und Kanada gibt es eine lange Tradition im Betondeckenbau im Hochleistungsstraßennetz. Auch dort wird versucht, die Lebensdauer von alten Betondecken durch das Überbauen mit Asphalt in unterschiedlichen Dicken zu verlängern. Mit den „Guidelines for the Rehabilitation of Concrete Pavements Using Asphalt Overlays“ aus dem Jahr 2013 [35] hat die Federal Highways Agency eine umfassende Grundlage geschaffen,

wobei in diesem Leitfaden sämtliche Arten von Überbauungen (auch entspannte Betondecken – rubblized PCC) behandelt werden.

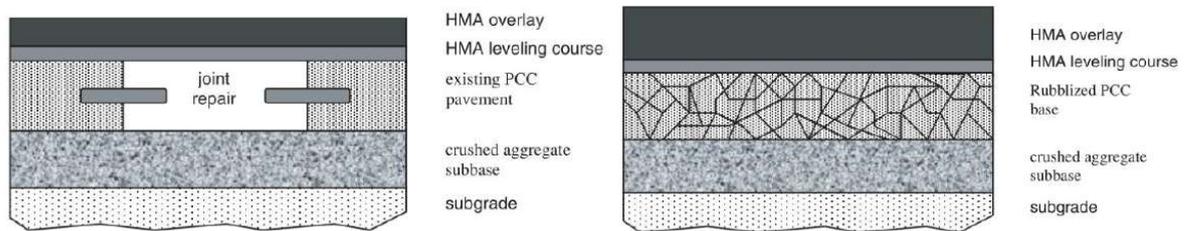


Abbildung 8: Anwendungsbereiche Asphaltüberbau Betondecke nach [35]

Darüber hinaus liefert der Leitfaden auch umfassende Empfehlungen zur Behandlung bzw. Vorbereitung der Betonunterlage bis hin zum Einsatz von Vliesauflagen auf der Betondecke. Neben Praxishinweisen beinhaltet diese Grundlage auch eine detaillierte Beschreibung über die erforderlichen Prüfungen und Tests.



Abbildung 9: Hinweise zum Einbau (Überlappung) nach [34]

3.3 Aktuelle Anforderungen und Vorgaben

In den nachfolgenden Kapiteln sind die aktuellen Anforderungen an diese Bauweise in Österreich und in Deutschland zusammengefasst dargestellt. Sie sind das Ergebnis der bis dato gewonnenen Erfahrungen und somit eine wesentliche Grundlage für die Definition der Anforderungen und Lösungen im Leitfaden.

3.3.1 Anforderungen in Österreich

Der aktuelle Stand der Technik ist in Österreich in der RVS 08.16.01 [5] abgebildet. Darüber hinaus sind für die Anwendung dieser Bauweise im hochrangigen Straßennetz in den technischen Vertragsbedingungen der ASFINAG zusätzliche Anforderungen enthalten.

Die Anforderungen gemäß RVS 08.16.01 [5] lassen sich wie folgt zusammenfassen:

- Vorbehandlung: Zur Vorbehandlung von bestehenden Betonunterlagen ist eine Höchstdruckwasserstrahlung (ca. 2500 bar) oder eine Kugelstrahlung und Hochdruckwasserstrahlung (ca. 1800 bar) durchzuführen. Die Vornahme von Fräsmaßnahmen ist nur beim Abtrag einer bereits vorhandenen Asphaltdeckschicht oder bei der Notwendigkeit der Beibehaltung der Höhe der Fahrbahnoberkante der vorhandenen Betondecke anzuwenden. Hierbei wird auf entstehende Kantenschäden im Bereich der Betonunterlage hingewiesen. Die Fugen- und Kantenschäden sind vor einer Überbauung jedenfalls bedarfsgerecht zu sanieren.
- Rauheit Betonoberfläche: Vor Aufbringung der Haftbrücke (Vorspritzen) ist eine Mindestrauheit von 0,8 mm (Rautiefe gem. ÖNORM EN 1766 [40]) nachzuweisen.
- Restfeuchte: Weiters ist eine Restfeuchte der Betonoberfläche von $\leq 4,0$ M-% bei Neubaumaßnahmen und ≤ 1 M-% bei bereits vorhandenen Betondecken, geprüft nach RVS 11.06.81 [9], Pkt. 5.1, Ausgabe 01.09.2015 einzuhalten. Die Restfeuchte ist im Zuge der Zustandserhebung und vor Aufbringung des Vorspritzmittels zu überprüfen.
- Vorspritzen: Als Vorspritzmittel ist eine polymermodifizierte Bitumenemulsion zu verwenden. Die Vorspritzmenge ist auf die Oberflächenbeschaffenheit der Unterlagen und die Konzeption der bituminösen Deckschicht abzustimmen. Die Menge des Vorspritzmittels ist in Anlehnung an das RVS Arbeitspapier Nr. 02 [12] zu wählen.
- Schichtverbund: Hinsichtlich der Anforderungen an den Schichtverbund (Haftzugfestigkeit) bei Deckschichten vom Typ SMA deck, AC deck oder BBTM mit

Solleinbaudicken < 3 cm gelten die Anforderungen der RVS 08.16.01, Tabelle 8B. Asphaltdeckschichten: Als bituminöse Überbauung sind Deckschichten vom Typ AC D deck A2, SMA D oder BBTM einzusetzen. Bei Asphaltsschichten mit Solleinbaudicken ≥ 3 cm gelten für den Schichtverbund (Schubfestigkeit) die Anforderungen der RVS 08.16.01, Tabelle 8C.

- Fugen: Die in der Betondecke vorhandenen Fugen sind in der Asphaltdeckschicht nachzuschneiden, abzufasen und zu vergießen.
- Hohlraumgehalt Asphaltdeckschicht: Bei Unterschreitung des in der Tabelle 6A der RVS 08.16.01 [5] geforderten Hohlraumgehaltes ist, sinngemäß wie bei einer Überschreitung, ein Qualitätsabzug gemäß RVS 11.03.21 [7] zu berechnen. Der Sollwert für den Hohlraumgehalt für SMA D deck S2 mit 3,0 V.-% bis 7,0 V.-%, festgelegt.

Im Rahmen der Abnahmeprüfung ist der Zeitpunkt der Bohrkernentnahme und die Anforderung an die Schubfestigkeit wie folgt definiert:

- Die Bohrkernentnahme für die Prüfung der Schubfestigkeit gemäß ÖNORM B 3639-1 [36] hat mindestens 4 Wochen nach Einbau der Asphaltsschicht zu erfolgen. Auf Verlangen des AN kann die Bohrkernentnahme 6 Monate nach Einbau der Asphaltsschicht stattfinden (siehe RVS 11.03.21, Pkt. 3.4 [7]).
- Als maßgeblicher Sollwert (SW) für die Abzugsberechnung ist der Wert von $0,9 \text{ N/mm}^2$ heranzuziehen (Schubverbund bei einer Soll-Dicke $\geq 3,0$ cm, siehe RVS 08.16.01, Tab. 8C [5]). Erfolgt die Prüfung innerhalb von 12 Wochen nach Verkehrsfreigabe, dann ist als maßgeblicher Sollwert (SW) $0,8 \text{ N/mm}^2$ heranzuziehen. Bei Schubfestigkeiten ab $0,8 \text{ N/mm}^2$ (bzw. $0,7 \text{ N/mm}^2$ bei Prüfungen innerhalb von 12 Wochen) bis $0,6 \text{ N/mm}^2$, erfolgt ein Qualitätsabzug gemäß RVS 11.03.21 [7]. Ab einer Schubfestigkeit < $0,6 \text{ N/mm}^2$ erfolgt keine Übernahme.

In den technischen Vertragsbedingungen der ASFINAG, Teil B.3, Pkt. (3.8) [18] werden die folgenden zusätzlichen bzw. abweichenden Anforderungen gestellt:

- Restfeuchte: Restfeuchte der Betonoberfläche von < 3,0 M-% bei Neubaumaßnahmen (anstatt $\leq 4,0$ M-% gemäß RVS 08.16.01).
- Temperatur: Die Oberflächentemperatur der Betondecke hat mindestens 3 K über der Taupunkttemperatur der umgebenden Luft zu betragen.

- Haftzugfestigkeit Betonoberfläche: Ebenso ist eine Haftzugfestigkeit der bestehenden Betondecke größer als $2,0 \text{ N/mm}^2$ zu gewährleisten. Diese Prüfung ist nicht in der RVS 08.16.01 enthalten.
- Hohlraumgehalt Asphaltdeckschicht: Der Sollwert für den Hohlraumgehalt für SMA D deck S2 ist abweichend zur RVS 08.16.01 mit 4,0 V.-% bis 8,0 V.-%, festgelegt (anstatt 3,0 V.-% bis 7,0 V.-%).
- Verdichtung: Zusätzlich sind flächendeckende dynamische Verdichtungskontrollen (FDVK) bei Asphalteinbau auf Betondecken einzusetzen. Durch die FDVK während des Einbaus soll sichergestellt werden, dass sowohl Hohlraumgehaltsunterschreitungen wie auch -überschreitungen vermieden werden.

3.3.2 Anforderungen in Deutschland

Im deutschen Merkblatt für die bauliche Erhaltung von Verkehrsflächen aus Beton M BEB [29] sind die Zielsetzungen und Anforderungen für dünne Deckschichten auf Betondecken nachfolgend beschrieben. Bei diesem Merkblatt handelt es sich um eine Empfehlung, die nicht verpflichtend angewendet werden muss, jedoch den Stand der Technik repräsentiert und folgende maßgebende Hinweise enthält:

- Allgemeines: Durch das Aufbringen von dünnen Asphaltsschichten können die Oberflächeneigenschaften, wie Griffigkeit und Lärminderung, dauerhaft verbessert werden. Zur Verbesserung der Tragfähigkeit ist diese Maßnahme nicht geeignet.
- Vorbereitende Arbeiten: Eine Überbauung mit SMA setzt festliegende Betonplatten voraus. Erforderlichenfalls sind Einzelplatten auszutauschen bzw. die Auflagerung (z.B. durch Unterpressung) zu verbessern. Geschädigte Platten sind auszubauen und in Beton zu ersetzen. Die Unterlage muss gründlich gesäubert werden. Lose Teile sind zu entfernen. Ein Ausbau der Fugenfüllstoffe ist nicht erforderlich. Eine Reinigung mit Hochdruckwasserstrahlen ist in der Regel nicht erforderlich.
- Ausführung: Für die Überbauung ist eine geeignete Haftbrücke (Haftkleber, Bitumenemulsion) zwingend erforderlich. Diese ist zeitnah vor der Überbauung aufzubringen. Wegen spezifischer Oberflächenstrukturen von Betondecken ist die Haftbrückenmenge auf einer Probestfläche zu bestimmen. Diese liegt erfahrungsgemäß zwischen $0,4$ bis $0,7 \text{ kg/m}^2$. Im Baufortschritt ist die Menge auf die Rauheit der Unterlage anzupassen. Die Betonunterlage muss trocken sein. Zur Vermeidung möglicher Blasenbildung sollte keine wasserhaltige Bitumenemulsion zum Einsatz kommen (Wasser verdampft bei Heißüberbauung).

Empfohlen wird das Voranspritzen mit einem Haftkleber in geringer Menge und das anschließende Aufbringen eines polymermodifizierten Bitumens. Haftbrücken mit einer sehr hohen Dehnfähigkeit können eine Dampfdruckentspannung bei durchfeuchtetem Beton behindern.

Auf eine gleichmäßige Benetzung ist zu achten. Die Haftbrücke ist abzusplitten, um das Abfahren durch den Baustellenverkehr zu verhindern.

Der Splittmastixasphalt hat den Anforderungen der ZTV Asphalt-StB [13] zu entsprechen. Geeignet sind SMA 0/8 S und 0/11 S. Die Schichtdicken liegen bei 3,0 bis 4,0 cm. Größere Dicken können zu Spurrillen führen. Der Hohlraumgehalt sollte 3,0 Vol.-% nicht unterschreiten. Geringere Hohlraumgehalte behindern die Dampfdruckentspannung wodurch Blasen entstehen können (z.B. Beton der Druckfestigkeitsklasse C 30/37 kann bis zu einem Liter Wasser pro Quadratmeter und 1 cm Dicke aufnehmen).

- Das Verdichten hat vorzugsweise ohne Vibration zu erfolgen, um Kornzertrümmerungen wegen der starren Unterlage zu vermeiden.
- Die Querfugen in der Betonunterlage sind in der SMA-Deckschicht deckungsgleich aufzunehmen und mit Fugenverguss herzustellen. Über die Notwendigkeit der Ausbildung der Längsfugen ist im Einzelfall zu entscheiden.
- Griffigkeitsverbesserung und Lärminderung (Lärmemission): Durch die Überbauung einer Betondecke mit einer SMA-Deckschicht wird eine neue Decke gemäß den ZTV Asphalt-StB [13] aufgebracht, die den Griffigkeitsanforderungen der ZTV Asphalt-StB [13] zu entsprechen hat. Dies führt zu einer Verbesserung der Griffigkeit.
- Durch die Überbauung einer Betondecke mit einer Splittmastixdeckschicht tritt in der Regel keine Verschlechterung der Lärmemission ein.

Darüber hinaus gibt es in Deutschland die Empfehlungen für die Schadensdiagnose und die bauliche Erhaltung von AKR-geschädigten Fahrbahndecken aus Beton [19]. Diese Empfehlung aus dem Jahre 2012 enthält auch Vorgaben für den Überbau von (AKR geschädigten) Betondecken mit dünnen Asphaltdeckschichten in Kaltbauweise (DSK), mit Walzasphaltschichten sowie mit einer Asphaltbinderschicht und einer Asphaltdeckschicht nach dem Abfräsen des Oberbetons.

In Bezug auf den Überbau von Betondecken mit Walzasphaltdeckschichten sind die folgenden relevanten Vorgaben enthalten (geeignet bei AKR-Schadenskategorie I und II):

- Zusätzlich ist zu berücksichtigen, dass Überbauungen aus Asphalt nicht in der Lage sind, vertikale Fugenbewegungen zu kompensieren. Um größere mechanische Beanspruchungen des Asphalts im Fugenbereich zu vermeiden, sollten die vertikalen Fugenbewegungen in Abhängigkeit von der Überbauungsdicke begrenzt werden.
- Die Größenordnung der relativen vertikalen Fugenbewegung kann durch Messungen mit dem Falling Weight Deflectometer (FWD) oder dem Benkelman-Balken ermittelt werden.
- Vor der Überbauung mit Asphalt ist zu beachten, dass nach dem Fräsen lose Bestandteile einschließlich dickschichtiger Markierungen zu entfernen sind. Anschließend ist die Betonoberfläche gründlich zu reinigen, da eine verschmutzte Betonoberfläche den Schichtenverbund negativ beeinflusst und durch Verunreinigungen im Fugenspalt Abplatzungen oder Hitzeaufbrüche nicht ausgeschlossen werden können.
- Zwischenschichten aus aufgeklebten Gittern und Vliesen oder Kombinationen hiervon sind nicht zweckmäßig, da das Wasser aus der zur Verklebung mit der Unterlage erforderlichen Bitumenemulsion auch in die Poren der Betondecke eindringt und nicht mehr entweichen kann. Später können hierdurch Blasenbildungen entstehen.
- Überbau mit Walzasphalt (z.B. Asphaltdeckschicht aus Splittmastixasphalt) gemäß ZTV BEA-StB 09/13 [14], Abschnitt 3.2.3, Mindestdicke 4 cm, ungestörte Auflagerungsverhältnisse der Betonplatten werden vorausgesetzt.
- Das Überbauen von Betondecken mit Walzasphalt soll nur von Anfang Mai bis Ende September erfolgen, wenn der Feuchtegehalt des Betons möglichst gering ist.
- Die Demarkierung ist auf den Grad der Schädigung der Betondecke im Fugenbereich abzustimmen (ggf. Feinfräsen).
- Geschädigte Platten oder Plattenteile sind auf jeden Fall auszubauen und gemäß den ZTV BEB-StB [15] durch Beton zu ersetzen. Geschädigte Fugenbereiche sollen ebenfalls instandgesetzt werden. Die Unterlage muss auf jeden Fall gründlich gesäubert werden. Lose Teile sind zu entfernen. Ein Ausbau der Fugenfüllstoffe ist nicht erforderlich.

- Eine Reinigung mit Hochdruckwasserstrahlen ist in der Regel nicht erforderlich. Die Betonunterlage muss trocken sein.
- Notwendige Fräsarbeiten in Anschlussbereichen an vorhandene Fahrbahnbefestigungen bei Überbauungen mit Walzasphalten mit einer Dicke von 4 cm sind auf den Grad der Schädigung in den Fugenbereichen abzustellen (ggf. Feinfräsen). Stark ausgebrochene Fugenbereiche sind mit geeignetem Asphaltmaterial aufzufüllen (Korngröße beachten!).
- Auf gefräster Unterlage kann eine geeignete Haftbrücke erforderlich sein. Empfohlen wird hierfür das Ansprühen mit einer Bitumenemulsion C40BF1-S gemäß den TL BE-StB 15 [16] in einer Menge von 200 g/m².
- Zur Vermeidung möglicher Blasenbildungen in den Asphaltsschichten sollte ansonsten keine Bitumenemulsion zum Einsatz kommen, da das Wasser beim Brechen der Bitumenemulsionen nicht nur in die Atmosphäre verdampft, sondern auch zum großen Teil in die Poren der Betondecke eindringt, aus denen das Wasser nicht verdampfen kann. Aus diesem Grund kommt als Schicht unter dem Walzasphalt nur die Herstellung einer bitumenhaltigen Zwischenschicht gemäß den ZTV BEA-StB 09, Abschnitt 3.2.3 in Betracht. Die bitumenhaltige Zwischenschicht, oder auch "SAMI-Schicht" (Stress Absorbing Membrane Interlayer) genannt, dient neben der Verklebung und Abdichtung dem Spannungsabbau aus Horizontalbewegungen der unterschiedlichen Schichten (Beton, Asphalt).
- Wenn die bitumenhaltige Zwischenschicht nicht ausreicht, um die maximal auftretenden horizontalen Spannungen abzubauen, entstehen in der Asphaltsschicht oberhalb der Querruge Risse, in deren Folge auch Kornausbrüche auftreten können. In diesem Fall wird ein Übertragen der Fugen aus der Betonfahrbahn in die Asphaltkonstruktion empfohlen.
- Der Hohlraumgehalt in der fertigen Schicht sollte mindestens 3 Vol.-% betragen. Geringere Hohlraumgehalte behindern die Dampfdruckentspannung und können zu einer Blasenbildung führen.
- Während des Walzasphalteinbaus kann es bei Temperaturen ab ca. 20 °C und direkter Sonneneinstrahlung erforderlich werden, die bitumenhaltige Zwischenschicht durch geeignete Maßnahmen vor einem Ankleben der Kettenlaufwerke des Einbaufertigers bzw. der Räder der Asphaltmischguttransportfahrzeuge zu schützen.

- Das Verdichten des Splittmastixasphaltes hat vorzugsweise gerichtet, z.B. oszillierend zu erfolgen, um Kornzertrümmerungen auf der starren Betonunterlage zu vermeiden. Darüber hinaus wird darauf hingewiesen, dass bei einer Verwendung von Hochleistungsverdichtungsbohlen der Einbau ebenfalls ohne Vibration zu erfolgen hat. Damit wird dem Hochziehen des Bindemittels an die Oberfläche vorgebeugt.

3.4 Zusammenfassung der Status Quo-Erhebung

Die Literaturstudie bzw. die Recherche zeigen, dass in jenen Ländern, wo seit vielen Jahrzehnten Betondecken im größeren Umfang errichtet wurden oder werden, auch die Überbauung mit Asphalt häufig ausgeführt wird. Der Grund hierfür liegt einerseits in einer Verlängerung der technischen Nutzungsdauer der Betondecke aber auch in der Erfüllung von Griffigkeits- und Lärmanforderungen. Hier kommen dann in erster Linie lärmindernde Beläge zum Einsatz. Die Literaturrecherche erlaubt folgende Kategorisierung der Anwendungsfälle:

- Entspannung der alten Betondecke und Überbauung mit Asphalt mit erforderlicher Dicke zur Aufnahme der Verkehrslasten (Erneuerung im Hocheinbau in Asphalt)
- Überbauung der alten durchgehend bewerteten Betondecke mit Asphaltdeckschicht
- Überbauung der alten durchgehend bewehrten Betondecke mit Binder- und Asphaltdeckschicht, ggf. mit einer SAMI-Schicht direkt auf der Betondecke
- Überbauung der alten Betondecke in Plattenbauweise (vorweg mit Sanierung von Schadstellen und Austausch von einzelnen geschädigten Betonplatten) mit Binder- und Asphaltdeckschicht
- Überbauung der alten Betondecke in Plattenbauweise (vorweg mit Sanierung von Schadstellen und Austausch von einzelnen geschädigten Betonplatten) mit Asphaltdeckschicht

Die letzte hier aufgelistete Kategorie entspricht der Fragestellung des Projektes KOMBAS. Die Liste soll jedoch auch zeigen, dass andere Möglichkeiten für eine Überbauung zur Verfügung stehen, wobei eine durchgehend bewehrte Betondecke in Österreich auf dem ASIFNAG-Netz bis dato nicht zur Ausführung gelangte.

Von wesentlicher Bedeutung sind die aktuell vorhandenen Anforderungen der ASFINAG [18] (siehe Kapitel 3.3.1) und in Deutschland nach M BEB [29]. Aus Gründen der Übersichtlichkeit sind diese Anforderungen in der nachfolgenden Tabelle 1 als Vergleich im Überblick dargestellt. Es sei an dieser Stelle nochmals explizit erwähnt, dass die nachfolgenden österreichischen Anforderungen über die in den RVS-Richtlinien beschriebenen Anforderungen hinausgehen und das Ergebnis der bis dato gesammelten Erfahrungen in Österreich darstellen.

Tabelle 1: Vergleich Anforderungen dünne Asphaltdeckschichten auf Beton zwischen Deutschland und Österreich

Anforderungen	Österreich 	Deutschland 
Grundlagen	RVS & ASFINAG	M BEB
Zielsetzung	Verbesserung Griffigkeit und Lärminderung sowie Verlängerung der technischen Nutzungsdauer der Bestandsbetondecke	
Vorbereitung Betonoberfläche	<ul style="list-style-type: none"> • Beseitigung von Schäden in der Betondecke • HDW (ca. 2500 bar) oder Kugelstrahlung und HDW (ca. 1800 bar) 	Beseitigung von Schäden in der Betondecke
Anforderung Betonoberfläche	<ul style="list-style-type: none"> • Eigenschaften Betonoberfläche <ul style="list-style-type: none"> ○ Rautiefe mind. 0,8 mm ○ Restfeuchte: < 3 M-% bzw. ≤ 4 M-% (Neubau), < 1 M-% (Bestand) ○ Temperatur: Beton mind. 3 K über Taupunkt • Haftzugfestigkeit <ul style="list-style-type: none"> ○ Bestehende Betondecke >2,0 N/mm² ○ bei Asphaltdeckschichten <3 cm gem. RVS (z.B. ≥1,5 N/mm²) 	Reinigung
Vorspritzen	<ul style="list-style-type: none"> • Polymermodifizierte Bitumenemulsion • Vorspritzmenge in Abhängigkeit von der Deckschichtart 	<ul style="list-style-type: none"> • Keine wasserhaltige Bitumenemulsion • Voranspritzen mit einem Haftkleber in geringer Menge • Polymermodifiziertes Bitumen • 0,4 bis 0,7 kg/m² (Bestimmung auf Probefläche) • Absplitten
Art von Deckschichten	<ul style="list-style-type: none"> • AC deck A2 • SMA S2, SMA S3 • BBTM 	<ul style="list-style-type: none"> • SMA 0/8 S, SMA 0/11 S • Schichtdicke 3,0 bis 4,0 cm
Schubfestigkeit	mind. 0,9 N/mm ²	-
Hohlraumgehalt Asphaltdeckschicht	SMA S2 und AC deck A2 bzw. A4: 4,0 V.-% bis 8,0 V.-%	mind. 3,0 V.-%
Anforderung Verdichtung Asphaltdeckschicht	FDVK	Verdichtung ohne Vibration
Fugen in Asphalt	<ul style="list-style-type: none"> • Quer und Längs schneiden, abfasen und vergießen 	<ul style="list-style-type: none"> • Querfugen schneiden und Vergießen • Längsfugen nach Erfordernis

4 Untersuchungs- und Teststrecken

4.1 Überblick und Auswahl

4.1.1 Anforderungen und Vorauswahl

Eine wesentliche Aufgabenstellung im Rahmen von KOMBAS besteht in der Auswahl von zu beurteilenden Teststrecken als Grundlage für Ausarbeitung der Anwendungsvorschläge und folglich des Leitfadens. Im Einvernehmen mit den Auftraggebern wurde ein 2-stufiges Auswahlverfahren angewendet, wobei auch auf bestehende Untersuchungsergebnisse von bereits durchgeführten Forschungsprojekten schwerpunktmäßig zurückgegriffen werden sollte. Dies bedeutet auch, dass bereits durchgeführte Materialuntersuchungen bzw. Haftzug- und Schubfestigkeitsuntersuchungen, wenn vorhanden, in eine nachfolgende Beurteilung einbezogen werden müssen.

Für die Auswahl der Teststrecken wurde eine erste Liste mit möglichen Strecken zusammengestellt. Diese Liste kann der nachfolgenden Tabelle 2 entnommen werden. Um die Auswahl einzugrenzen, wurden in einem nächsten Schritt gemeinsam mit den Auftraggebern die Daten und Informationen für die aus der Gesamtliste ausgewählten Strecken erhoben. Welche Strecken hierfür ausgewählt wurden, ist in der Tabelle 2 vermerkt. Die Erhebung erfolgt unter Heranziehung eines Fragebogens, der folgende Bereiche adressierte:

- Entscheidungsfindung
- Zustand Betondecke vor Überbauung
- Vorbehandlung Betondecke
- Einbaubedingungen
- Fugenausführung in Asphaltdeckschicht
- Abnahme- und Gewährleistungsprüfung
- Erfahrungen
- Anmerkungen

Sowohl ein Leerformular als auch die ausgefüllten Fragebögen können dem Anhang A entnommen werden.

Die in Tabelle 2 grün markierten Abschnitte wurden in Abhängigkeit von der örtlichen Randbedingungen und der Verfügbarkeit an Daten in die Liste möglicher Untersuchungs- bzw. Teststrecken aufgenommen.

Tabelle 2: Erste Auswahl möglicher Untersuchungs- und Teststrecken

Straße	Jahr Maßnahme	Abschnitt	km von	km bis	RFB	FS	Deckschicht	Blasenbildung	Fragebogen
A1	2012	Ybbs - Amstetten Ost	101,500	104,500	beide	alle	4,0 cm SMA 11 ... S2, Ka30	Ja	Ja
A1	2015	Böheimkirchen - St. Pölten Süd - Völlerndorf	46,990	64,370	Salzburg	2.+3.	4,0 cm SMA 11 ... S3, Ka18		Ja
A1	2007	Altlenzbach - KN Steinhäusl	32,170	34,740	Wien	alle	ca. 4 cm LSMA (hoher HR-Gehalt)		Ja
A4	2003	Schrägseilbrücke - KN Prater	0,378	2,765	Wien	alle	3,5 cm SMA ... S1, ??		
A4	2010+2011	km 3,1 - km 4,3 (bis zur Schrägseilbrücke)	3,122	4,352	Wien	alle	4,0 cm SMA 11 ... S2, Ka30, NT		Ja
A4	2018	km 4,5 - km 7,7	4,418	7,666	Wien	alle	4,0 cm SMA 11 ... S2, ??		Ja
A2	2010-2015	Kottingbrunn - Wr. Neustadt mehrere Abschnitte	21,000	46,000	tlw. beide	alle	4,0 cm SMA 11 ... S2, ??		Ja
A2	2016-2017	Wr. Neustadt - Seebenstein	46,000	58,511	beide	alle	4,0 cm SMA 11 ... S2, ??	Ja	Ja
A2	2010	Graz	187,050	188,300	Wien	alle	1,0 cm AC deck ... A3, ??		
A2	2010	Arnoldstein - Grenze	379,740	380,865	beide	alle	3,5 cm SMA 11 ... S2, ??		
A7	2018	Linz	4,863	6,138	beide	1.	6,0 cm AC deck, ??		
A9	2001+2002	Deutschfeistritz	165,626	173,300	beide	alle	3,0 cm SMA ... S1, ??		
A10	2006	Urstein - Hallein	11,000	15,708	Villach	alle	4,0-5,0 cm SMA ... S1 bzw. S3, ??		
A10	2006	Pass Lueg - Werfen	33,2	43,361	beide	alle	4,0-5,0 cm SMA ... S1 bzw. S3, ??		
A10	2006	Spittal / Drau	138,573	140,634	beide	alle	4,0-5,0 cm SMA ... S1 bzw. S3, ??		
A12	2006	Kufstein	0,400	2,320	beide	alle	4,0 cm SMA ...S3, ??		
A12	2011	Kirchbichl	10,400	13,000	Arlberg	alle	4,0 cm SMA ...S1, ??		
A12	2011	Kirchbichl	10,400	16,150	Kufstein	alle	4,0 cm SMA ...S1, ??		
A12	2005	Wörgl-Ost	16,770	18,500	Kufstein	alle	4,0 cm SMA ...S3, ??		
A14	1999	Bludenz	58,786	60,790	Arlberg	alle	3,0 cm SMA ...S1, ??		
A23	2016	Tunnel Hirschstetten	14,417	15,862	beide	alle	4,0 cm SMA ...S3, ??		
S16	2006	Perjentunnel	0,400	1,840	beide	alle	4,0 cm SMA ...S3, ??		
S16	2006	Klösterle	45,420	46,750	Bludenz	alle	4,0 cm SMA ...S3, ??		

Auf der Grundlage dieser ersten Auswahl sowie den dazugehörigen Fragebögen, wurden die endgültigen Untersuchungsstrecken ausgewählt, wobei dies im intensiven Dialog mit den Auftraggebern erfolgte, da auch die entsprechenden Planungen und Maßnahmen zur Entnahme erforderlicher Bohrkernproben vorgenommen werden mussten (sofern eine Bohrkernentnahme erforderlich war)¹. Dabei wurden folgende maßgebende Kriterien herangezogen:

- Strecke entspricht den Vorgaben einer Überbauung mit einer dünnen Deckschicht
- Die Detaildaten der Strecke stehen zur Verfügung bzw. Daten und Informationen aus anderen Projekten können herangezogen werden
- Eine Bohrkernentnahme ohne massive Einschränkung des Verkehrs ist möglich

4.1.2 Auswertung der Fragebögen

Eine wesentliche Grundlage für die endgültige Auswahl der Teststrecken sind die Ergebnisse der Fragebogenauswertung, die auch einen guten Überblick über die bis dato angewandten Verfahren, Methoden und Lösungen liefern. Dabei ist es auch möglich, einen entsprechenden Vergleich zwischen den aktuell vorhandenen Ausführungen vorzunehmen, sodass die Ergebnisse ebenfalls in die Empfehlungen einfließen können.

Die nachfolgende Tabelle 3 zeigt eine zusammenfassende Auswertung der übermittelten Fragebögen. Weiterführende Details können, wie bereits erwähnt, dem Anhang A entnommen werden. Diese Auswertung zeigt, dass mit Ausnahme des Abschnittes auf der A4 zwischen km 0,378 und km 2,765 (RFb. Wien / Knoten Prater), wo keine Detailinformationen erhoben werden konnten (Dokumentation außerhalb der ASFINAG, bei der MA 28), die vorhandenen relevanten Daten entsprechende zusammenfassende Schlussfolgerungen zulassen. Im Bereich der A2 zwischen Kottlingbrunn und Wiener Neustadt (km 21,000 bis km 46,000) wurden aufgrund von deutlichen Unterschieden bei den Erhaltungsmaßnahmen sogar mehrere Fragebögen ausgefüllt und einer Auswertung unterzogen.

¹ Gem. Angebot wurde eine maximale Anzahl von 3 Teststrecken mit Bohrkernentnahmen angeboten. Die Untersuchungsstrecke auf der A1 wurde im Rahmen eines TU-Forschungsprojekts im Detail untersucht, sodass auf die Ergebnisse der Bohrkernuntersuchungen zurückgegriffen werden konnte.

Tabelle 3: Zusammenstellung der Ergebnisse der Fragebögen

Strecke	Voruntersuchungen	Betondecke			Asphaltdeckschicht			Fugen		Erfahrungen
		Baujahr	Zustand / Vorsanierung	Vorbehandlung Oberfläche	Baujahr	Deckschicht	Vorspritzmittel	Fugenraster Betondecke	Verschluss	
A1 RFb. Wien KM 32,17 - KM: 34,74 Fahrstreifen: alle	Ja	1987	<ul style="list-style-type: none"> alte Asphaltdecke abgefräst lose Betonteile Sanierung Betonplattenteile 	HDW	2007	4,0 cm SMA 11 S3	pmB	ja	k.A.	Generell: Problem Naht Erhaltung: Kleinfächensanierung
Anmerkung: 2007 Fahrstreifenerweiterung und SMA S3 Überbauung										
A1 RFb. Salzburg KM 46,99 - KM: 64,37 Fahrstreifen: 2. + 3.	Ja	k.A.	<ul style="list-style-type: none"> Kantenschäden Platenauswechslungen 	Kugelstrahlen	2015	4,0 cm SMA 11 S3 Ka18	pmB	ja	k.A.	Generell: keine wesentlichen Probleme Erhaltung: sehr geringer Erhaltungsaufwand
A1 RFb. beide KM 100,2 - KM 108,14 Fahrstreifen: 2. + 3.	Ja	ca. 1987	<ul style="list-style-type: none"> Kantenschäden Sanierung Betonplattenteile 	HDW	2012	SMA 11 S2 Ka 30	pmB	ja	k.A.	Generell: Blasenbildung Erhaltung: Sanierung der Blasen
Anmerkung: Maßnahmen (Überbauung) aufgrund von Griffigkeitsmängeln erforderlich										
A2 RFb. beide KM 27,7 - KM 29,00 Fahrstreifen: 2. + 3.	Ja	1965	<ul style="list-style-type: none"> Risse, Kantenschäden und Eckabbrüche Fräsen alter Asphalt Platenauswechslungen (ca. 30%) Sanierung Betonplattenteile 	HDW	2011	3,0 cm SMA 11 S1	pmB	ja	Heißverguss	Generell: keine wesentlichen Probleme Erhaltung: sehr geringer Erhaltungsaufwand
Anmerkung: PS + 1. FS 2010 neue Asphaltkonstruktion, 2. + 3. FS 2010+2011 3 cm fräsen und 3 cm SMA S1 eingebaut.										
A2 RFb. beide KM 29,0 - KM 46,086 Fahrstreifen: 2. + 3.	Ja	1965	<ul style="list-style-type: none"> Risse, Kantenschäden und Eckabbrüche Flickstellen Fräsen alter Asphalt Platenauswechslungen Sanierung Betonplattenteile tlw. Asphaltprofilierung (3-6 cm) 	HDW	2013 - 2015	4 cm SMA 11 S2 Ka25	pmB	ja	Heißverguss	Generell: keine wesentlichen Probleme Erhaltung: sehr geringer Erhaltungsaufwand
Anmerkung: RFB Arnoldstein km 29,350 bis km 44,170 PS + 1. FS 2005-2006 neue Asphaltkonstruktion, 2. + 3. FS 2013-2015 4 cm fräsen und 4 cm SMA S2 eingebaut. RFB Arnoldstein km 44,170-46,086 PS, 1.-3.FS 2013 4 cm fräsen und 4 cm SMA S2 eingebaut. RFB Wien km 29,0 bis km 45,47 PS + 1. FS 2005-2006 neue Asphaltkonstruktion, 2. + 3. FS 2014+2015 4 cm fräsen und 4 cm SMA S2 eingebaut.										
A2 RFb. beide KM 46,086- KM 58,011 Fahrstreifen: alle	Ja	1984	<ul style="list-style-type: none"> Risse, Kantenschäden und Eckabbrüche Platenauswechslungen Sanierung Betonplattenteile Dübel und Anker 	HDW	2016 - 2017	4,0 cm SMA 11 S2	pmB	ja	Heißverguss	Generell: Blasenbildung Erhaltung: Sanierung der Blasen
A4 RFb. Wien KM 0,378- KM 2,765 Fahrstreifen: alle	k.A.	1987	k.A.	k.A.	2003	SMA 11 S1	k.A.	ja	k.A.	Generell: keine wesentlichen Probleme (1 Aufstauchung) Erhaltung: geringer Erhaltungsaufwand (ausgen. Aufstauchung)
A4 RFb. Wien KM 4,350- KM 3,070 Fahrstreifen: alle	Ja	1992	<ul style="list-style-type: none"> Risse, Kantenschäden und Eckabbrüche Platenauswechslungen Sanierung Betonplattenteile 	HDW	2010 - 2011	4,0 cm SMA 11 S2 Ka30	pmB	ja	Heißverguss	Generell: Ausmagerungen Asphaltdeckschicht Erhaltung: sehr geringer Erhaltungsaufwand
A4 RFb. Wien KM 4,418 - KM 7,296 Fahrstreifen: alle	Ja	1994	<ul style="list-style-type: none"> Risse, Kantenschäden und Eckabbrüche Platenauswechslungen Sanierung Betonplattenteile 	Kugelstrahlen HDW Anfräsen	2017	4,0 cm SMA 11 S2	pmB	ja	Heißverguss	Generell: keine wesentlichen Probleme Erhaltung: sehr geringer Erhaltungsaufwand

Unter Bezugnahme auf die Auswertung in Tabelle 3 sowie die in den Fragebögen und den dazugehörigen Unterlagen vorhandenen Informationen können folgende zusammenfassende Schlussfolgerungen gezogen werden (ohne Berücksichtigung der A4 zwischen km 0,378 und km 2,765 (RFb. Wien / Knoten Prater)):

Entscheidungsfindung und Voruntersuchungen

Bei allen Projekten wurden umfangreiche Voruntersuchungen und Bewertungen durch Experten (Gutachten) sowie Versuchsanstalten durchgeführt. Dabei handelt es sich um folgende Untersuchungen:

- Visuelle Beurteilung der Strecken (Erfassung Risse und Oberflächenschäden, Anzahl der geschädigten Platten, etc.)
- Messung der Ebenheit
- Feststellung der Dicke der Betondecke
- Tragfähigkeitsmessungen mit FWD (Falling Weight Deflectometer) zur Beurteilung der Belastbarkeit des Bestandes

In einigen speziellen Fällen wurden sogar weiterführende Versuche vorgenommen;

- Haftzugfestigkeit der Betondecke
- Druckfestigkeit der Betondecke
- Höhenaufnahme der Bestandsbetondecke
- Untersuchung von Hohlräumen unter der Betondecke
- Erstellung eines Probefeldes

Bewertung der Betondecke und Sanierung der Betondecke

Da es sich bei allen Projekten um Bestandsabschnitte handelt, wurde auch der Bewertung des Bestandes besondere Aufmerksamkeit geschenkt. Im Zuge der visuellen Straßenzustandserfassung wurden bei allen Projekten folgende Informationen gesammelt:

- Risse (gebrochene Platten)
- Oberflächenschäden in Form von Eckabbrüchen und Kantenschäden

Bei allen Betondecken wurden folgende Erhaltungsmaßnahmen (Vorsanierungen) vor der Errichtung des Asphaltüberbaus durchgeführt:

- Abfräsen von bestehenden Asphaltdeckschichten auf der Bestandsbetondecke
- Sanierung von Betonplattenteilen
- Auswechslung ganzer Betonplatten

In einem Fall auf der A2 wurde eine Profilierung auf dem hauptbelasteten Fahrstreifen vorgenommen sowie fehlende oder mangelnde Dübel- bzw. Ankerverbindungen ergänzt. Das Ziel bestand in der nachhaltigen Instandsetzung der Betondecke für eine zusätzliche Nutzungsdauer von deutlich mehr als 10 Jahren.

Vorbehandlung Betondeckenoberfläche

Die am häufigsten eingesetzte Methode der Vorbehandlung ist das Hochdruckwasserstrahlen (bis zu 3000 bar bei nicht gefrästen Betondecken). In wenigen Fällen kam auch das Kugelstrahlen zum Einsatz, wobei auch die Kombination von mehreren Verfahren angewendet wurde (A4, RFb. Wien, km 4,418 - 7,296).

Asphaltdeckschicht

Auf allen Strecken wurde ausschließlich mit SMA überbaut, wobei überwiegend SMA 11 S2 mit einer Dicke von bis zu 4,0 cm zum Einsatz kam. Als Vorspritzmittel wurde ausschließlich polymermodifiziertes Bindemittel verwendet. Der Fugenraster wurde von der Betondecke übernommen und die Fugen im Asphalt mit Heißverguss verschlossen.

Generelle Probleme und Erhaltung

Probleme mit Blasenbildung konnten ausschließlich auf Strecken mit einer SMA 11 S2 Deckschicht festgestellt werden, wobei die Detaildaten diesen Deckschichten einen vergleichsweise geringen Hohlraumgehalt (< 3 %) zuordnen². Daraus kann mit hoher Wahrscheinlichkeit die Schlussfolgerung gezogen werden, dass bei geringerem Hohlraumgehalt die Wahrscheinlichkeit von Blasenbildung höher ist, sodass eine Mindestanforderung diesbezüglich sinnvoll und zweckmäßig ist. Die nachfolgende Abbildung 10 zeigt das Auftreten der Blasenbildung in Abhängigkeit von der Deckschichtart über die betrachteten Strecken.

Dort wo Blasen entstanden sind, ergab sich die Notwendigkeit zur Sanierung des Schadens. Dies erfolgte durch das Aufbohren der Blasen, wobei davon ausgegangen werden kann, dass es anschließend wieder zu einer „Verklebung“ des Asphalts mit der Unterlage kommt. Welchen Einfluss dies auf die Gebrauchsdauer der Deckschicht hat, lässt sich bis dato nicht abschätzen.

² Ist Erfahrungswert auf der Grundlage der Erkenntnisse des Abschnittes A1 Ybbs – Amstetten Ost



Abbildung 10: Anzahl der Strecken: Blasenbildung vs. Asphaltdeckschicht

Sehr positiv ist anzumerken, dass bei der Mehrheit der Strecken ein sehr geringer Erhaltungsbedarf festgestellt wurde und dies zum Teil auf Strecken, die nach der Überbauung schon länger als 10 Jahre unter Verkehr stehen. Die ersten Schäden (z.B. Ausmagerungen, Flicke) treten mit entsprechender Streuung ab ca. 10 Jahren auf, was einer mittleren Entwicklung des Zustandes einer SMA Deckschicht entspricht.

4.1.3 Ausgewählte Untersuchungsstrecken

4.1.3.1 Überblick ausgewählte Untersuchungsstrecken

Die nachfolgende Tabelle 4 zeigt die endgültige Auswahl der Untersuchungsstrecken, die im Rahmen von KOMBAS einer detaillierten Betrachtung unterzogen werden konnten:

Tabelle 4: Auswahl Untersuchungsstrecken

Straße	Abschnitt	km von	km bis	RFB	FS	Bohrkernentnahme
A1	Böheimkirchen - St. Pölten Süd – Völlerndorf	47	64	Salzburg	2.+3.	Nein
A2	Kottingbrunn - Wr. Neustadt mehrere Abschnitte	29	46	Graz	alle	Ja
A2	Wr. Neustadt - Seebenstein	46	58	Wien	alle	Ja
A9	Deutschefeistritz	166	172	Spielfeld	alle	Ja

Als letzte Untersuchungsstrecke wurde erst im Jahr 2021 die A9 im Bereich Deutschefeistritz festgelegt, da die entsprechenden Daten auf der A10 im Bereich Spittal/Drau (vgl. Tabelle 2) nicht erhoben werden konnten. Diese Untersuchungsstrecke ist im Rahmen des ASFINAG-Bauprogrammes für eine Erhaltungsmaßnahme vorgesehen, sodass im Zuge der Untersuchungen auf Projektebene eine Bohrkernentnahme möglich war und auch die Detaildaten für dieses Projekt zur Verfügung gestellt werden konnten. In der nachfolgenden

Abbildung 11 sind die Untersuchungs- und Teststrecken nochmals im Überblick graphisch dargestellt.



Abbildung 11: Untersuchungs- und Teststrecken KOMBAS

4.1.3.2 Inventardaten der ausgewählten Untersuchungsstrecken

In der nachfolgenden Tabelle 5 sind die aus dem PMS der ASFINAG (IMT) entnommenen Inventardaten im Überblick für die 4 Untersuchungsstrecken zusammengestellt.

Tabelle 5: Inventardaten ausgewählte Untersuchungsstrecken (Quelle PMS-IMT der ASFINAG)

Strecke	Von	Bis	Länge	JDTV ¹⁾	JDTLV ¹⁾	Deck- schicht ²⁾	Beton- decke	Risse ¹⁾	Ober- flächen- sch. ¹⁾	Spur- rinnen ¹⁾	Griffig- keit ¹⁾	Längs- eben- heit ¹⁾
	[km]	[km]	[km]	[KFZ/24h]	[LKW/24h]							
A1 RFb. Salzburg FStr. 2+3	46,990	64,370	17,380	34.000	5.200	4,0 cm SMA 11 S3 2015	25,0 cm Beton 1991	1	1	1	2	2
A2 RFb. Graz FStr. alle	21,000	46,000	25,000	37.000	4.000	4,0 cm SMA 11 S2 2013-2015	20,0 cm Beton 1965	1	1	2	2	2
A2 RFb Wien FStr. alle	46,000	58,511	12,511	32.000	3.500	4,0 cm SMA 11 S2 2016-2017	22,0 cm Beton 1984	2	1	2	2	3
A9 RFb. Spielfeld FStr. alle	165,626	173,300	6,655	22.000	2.800	3,0 cm SMA 11 S1 2001	20,0 cm Beton 1987	2	1	2	2	3

1) Bei den aufgelisteten Werten handelt es sich um gerundete Mittelwerte des Streckenabschnitts

2) Die Deckschichtangaben beziehen sich auf jenen Bereich, der im Detail untersucht wurde.

3) Die Zustandsnote bezieht sich auf eine Skala von 1 bis 5 (gem. österr. Schulnotensystem und den Vorgaben in der RVS)

4.1.3.3 Details der ausgewählten Untersuchungsstrecken

Mit Ausnahme der Teststrecke auf der A1, wo im Rahmen der umfassenden Untersuchung und Betreuung direkt auf die Daten der TU-Wien bzw. der ASFINAG zurückgegriffen werden konnte, sind nachfolgende einige Details der Untersuchungsstrecken zusammengestellt.

A2 - RFb. Graz, km 21,000 – km 46,000

- Eingrenzung der Teststrecke für Untersuchung: A2 km 29,350 bis km 46,086, RFb. Graz
- Bohrkernentnahme: km 35,000 am 3. Fahrstreifen
- Alte Betondecke aus 1965 zeigte in diesem Abschnitt Risse und Oberflächenschäden, zahlreiche Flickstellen aus Asphalt und zahlreiche erneuerte Betonplatten (eine genaue wertmäßige Aufbereitung der Zustandsgrößen steht leider nicht zur Verfügung).
- Am 2. Fahrstreifen war vor der Instandsetzung seit 2010 bereits eine Asphaltdeckschicht vorhanden, auf der RFb Graz von km 31,000 bis km 33,600 sowie von km 36,700 bis km 38,600 auch am 3. Fahrstreifen und auf der RFb. Wien von km 33,400 bis km 33,950 sowie von km 36,600 bis km 38,600 und km 42,800 bis km 43,600 auch am 3. Fahrstreifen.
- Instandsetzung am 3. FStr. 2013 bis 2015:
4,0 cm Fräsung und Einbau 4,0 cm SMA S2
 - Die Vorbehandlung der Betondecke wurde mittels HDW 300 bar durchgeführt.
 - Das Vorspritzen erfolgte mit einer polymermodifizierten Bitumenemulsion, die gemäß LBVI und RVS ausgeschrieben wurde.
 - Einbau von 4,0 cm SMA11 PmB45/80-65,S2,GS,Ka25 4cm.
 - Der Fugenraster aus der Betonfahrbahn wurde in die Asphaltschicht nachgeschnitten. Bituminöse Fugen 10/30 Heißverguß bei den Längsfugen und Quertfugen und 20/30 bei den Raumfugen
 - Hohlraumgehalt SMA aus Abnahmeprüfung 5,6%
 - Schubfestigkeit SMA/Beton aus Abnahmeprüfung 0,7 – 0,9 N/mm²
- Der Erhaltungsaufwand (laufende Instandhaltung) ist hier bisher sehr gering, es waren seit 2015 keine größeren Erhaltungsmaßnahmen notwendig

A2 - RFb. Graz, km 46,000 – km 58,511

- Eingrenzung der Teststrecke für Untersuchung: A2 km 46,500 bis km 58,511, RFb. Wien
- Bohrkernentnahme: km 54,000 am 1. Fahrstreifen
- Die Betondecke aus 1984 zeigte in diesem Abschnitt Risse und Oberflächenschäden, Flickstellen aus Asphalt und teilweise erneuerte Betonplatten (eine genaue wertmäßige Aufbereitung der Zustandsgrößen steht leider nicht zur Verfügung).
- Überbauung mit 4 cm SMA S2 im Jahr 2016-2017
 - Die Vorbehandlung der Betondecke wurde mittels HDW 2300 bar durchgeführt. Auf der RFb. Graz wurde ein Abschnitt am 1. Fahrstreifen km 47,000 – 56,000 gefräst und HDW gestrahlt.
 - Vorspritzen mit einer polymermodifizierten Bitumenemulsion gemäß LBVI ausgeschrieben.
 - Bituminöse Fugen 10/30 Heißverguß bei den Längsfugen und Querfugen und 20/30 bei den Raumfugen
 - SMA aus LD-Schlacke und natürlichem Gestein
 - Hohlraumgehalt SMA aus Abnahmeprüfung 3,0 %, teilweise Hohlraumgehalte unter 2 %.
 - Schubfestigkeit SMA/Beton aus Abnahmeprüfung 1,0 – 1,2 N/mm²
- Es sind in den ersten Jahren nach der Überbauung bei der ersten großen Warmwetterphase nach dem Winter eine Vielzahl an Asphaltblasen aufgetreten, im gefrästen Bereich weniger. Sonst wurden keine Schäden festgestellt. Ab 2020 wurde kaum mehr Blasenbildungen festgestellt.
- Im Zuge von Gewährleistungsarbeiten wurden im Frühjahr mehrmals die vorhandenen Asphaltblasen durch Aufbohren und Niederwalzen beseitigt.
- Darüber hinaus ist der Erhaltungsaufwand bisher gering, es waren seit 2017 keine größeren Erhaltungsmaßnahmen notwendig.

A9 - RFb. Spielfeld, km 165,626 – km 173,300

- Teststrecke ist im Bauprogramm 2022 für eine Erneuerungsmaßnahme vorgesehen
- Teststrecke war ursprünglich Betondecke, die im Jahr 1987 errichtet und im Jahr 2001 mit einem SMA überbaut wurde. Der Grund für die Überbauung waren mangelnde Griffigkeit sowie vereinzelte geschädigt Betonplatten, die vorweg ersetzt wurden.

- Eingrenzung der Teststrecke für Untersuchung: A9 km 165,400-173,300, RFb. Spielfeld
- Bohrkernentnahme: km 166,400 am 1. Fahrstreifen
- SMA 11 S1 Überbauung im Jahr 2001
 - Schubfestigkeit SMA/Beton aus Abnahmeprüfung 2002, 3 Wochen nach Herstellung 1,0 – 1,3 N/mm²
 - Weitere Details zur Überbauung im Jahr 2001 liegen nicht vor.

4.2 Ergebnisse der Beurteilungen und Bewertungen

Zur Bestimmung der Verbundeigenschaften wurden aus jeder Untersuchungsstrecke auf der A2 Südautobahn jeweils 18 Bohrkern mit einem Durchmesser von 100 mm sowie 14 Bohrkern mit einem Durchmesser vom 150 mm entnommen. Aus der Teststrecke auf der A9 Pyhrn wurden 36 Bohrkern mit einem Durchmesser von 100 mm entnommen, die zur Bestimmung der Schub- und Haftzugfestigkeiten zwischen der Asphaltdeckschicht und dem darunterliegenden Beton sowie des Steifigkeits- und Ermüdungsverhaltens bei den dynamischen Versuchen verwendet wurden. Um die Verformungsanfälligkeit von der Deckschicht zu untersuchen, wurden aus den beiden Untersuchungsstrecken auf der A 2 je zwei Bohrkern mit einem Durchmesser von 300 mm entnommen. Auf der Versuchsstrecke auf der A 9 wurde auf die Bohrkernentnahme für den Spurbildungstest verzichtet, da es um eine sehr alte Asphaltdeckschicht geht und keine plastischen Verformungen festgestellt wurden.

4.2.1 Schubfestigkeit

Die Ermittlung der Schubfestigkeit gemäß ÖNORM B 3639-1 [36] erfolgt durch Abscheren an der Schichtgrenze Asphalt zu Beton mit einer konstanten Vorschubgeschwindigkeit von 50 mm/min bei einer Prüftemperatur von 20 °C und ist definiert als die maximale Schubkraft bezogen auf die Prüffläche. Dieses Prüfverfahren wird in Österreich als Regelprüfverfahren für die Bewertung des Verbunds zwischen Asphaltsschichten angewendet, wenn die Soll-Dicke der Asphaltsschicht $\geq 3,0$ cm beträgt.

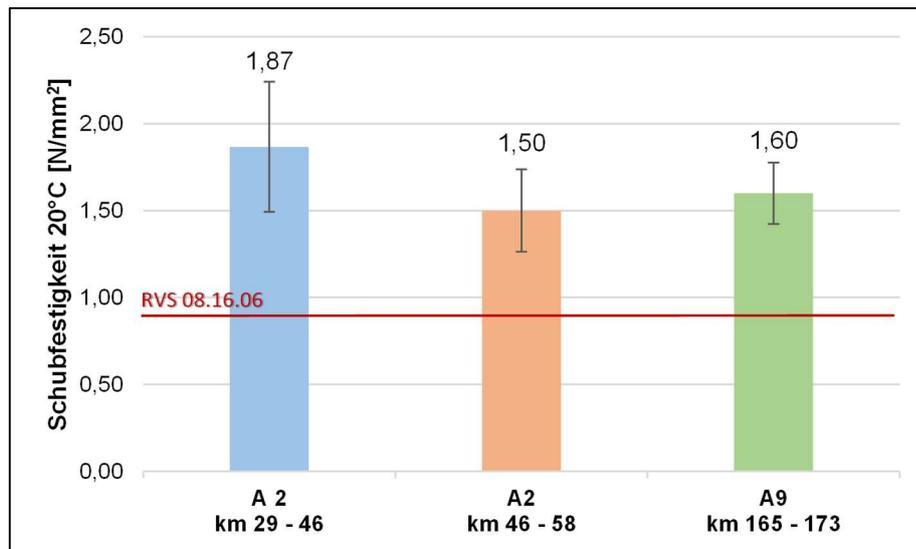


Abbildung 12: Ergebnisse der Schubfestigkeitsbestimmung

In der Abbildung 12 sind die Ergebnisse der Schubfestigkeit aller Teststrecken dargestellt. Es sind sowohl Mittelwerte als auch die Standardabweichung eingetragen. Der laut RVS 08.16.01 [5] geforderte Wert für die Schubfestigkeit bei Überbauung von Betondecken von 0,9 N/mm² wird bei den Prüfkörpern aller Versuchsstrecken erfüllt.

4.2.2 Haftzugfestigkeit

Mit der Prüfung der Haftzugfestigkeit gem. [?] kann der Verbund zwischen Asphaltsschichten und zwischen Asphaltsschichten und Betonunterlagen geprüft und bewertet werden. Im Gegensatz zur Schubverbundprüfung wird die Grenzfläche nicht abgeschert, sondern wird das Versagen an der Grenzfläche durch zentrisches Abziehen eines aufgeklebten Stempels mit einer konstanten Belastungsgeschwindigkeit von 200 N/s hervorgerufen. Die Prüftemperatur liegt jedoch im Regelfall bei 0 °C. Die Haftzugfestigkeit ist definiert als die erreichte Zugkraft bezogen auf die Prüffläche bei der Prüftemperatur. Dieses Prüfverfahren wird in Österreich als Regelprüfverfahren für die Bewertung des Verbunds zwischen Asphaltsschichten angewendet, wenn die Soll-Dicke der Asphaltsschicht < 3,0 cm beträgt und wenn an der Grenzfläche ein Asphaltvlies verbaut wurde.

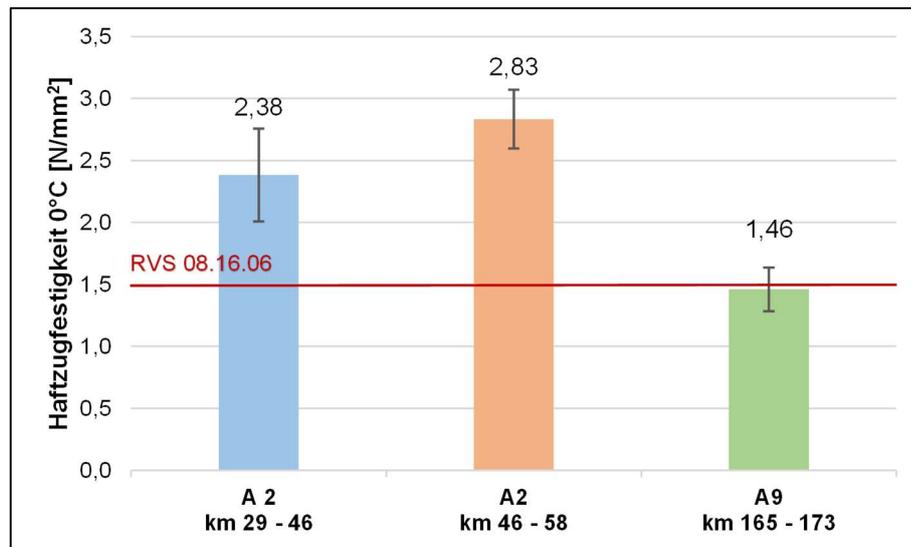


Abbildung 13: Ergebnisse der Schubfestigkeitsbestimmung

Abbildung 13 zeigt die Ergebnisse der Bestimmung der Haftzugfestigkeit der drei Teststrecken. Es sind die Mittelwerte mit der entsprechenden Standardabweichung dargestellt. In der RVS 08.16.01 ist für die Schubfestigkeit von Deckschichten ein Sollwert von $\geq 1,5 \text{ N/mm}^2$ gefordert. Der Mittelwert aller Bohrkern von der A9 liegt knapp unter dem geförderten Wert.

4.2.3 Verformungsanfälligkeit mittels Spurbildungstest

Die Verformungsanfälligkeit der Deckschicht wird anhand der Messung der Spurrinnenentwicklung, hervorgerufen durch wiederholte Übergänge eines belasteten Rades, beurteilt (siehe hierzu RVS 11.06.54 [8]). Die Bewertung erfolgt anhand der mittleren gemessenen Spurrinnentiefe an den beiden Prüfplatten nach 10.000 Belastungszyklen (ein Zyklus besteht aus einer Vor- und Rückfahrt des Messrades). Die Prüfungen wurden bei 50 °C durchgeführt.

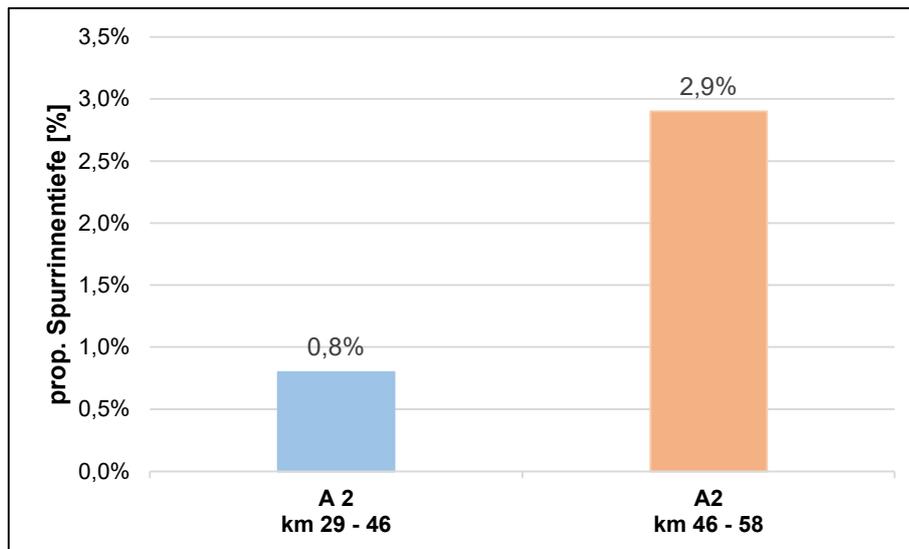


Abbildung 14: Ergebnisse des Spurbildungstests

In Abbildung 14 sind die Mittelwerte der beiden Prüfplatten für beide Strecken dargestellt. Die Asphalt-schichten beider Strecken weisen eine sehr gute Verformungsbeständigkeit auf.

4.2.4 Steifigkeit mittels Spaltzug-Schwellversuch

Zur Bestimmung des Steifigkeitsverhaltens mittels Spaltzug-Schwellversuch gemäß der ÖNORM EN 12697-26 [40] wird in einen zylindrischen Asphalt-Probekörper über zwei auf der Mantelfläche diametral gegenüberliegende Lasteintragungsschienen eine sinusförmige Druck-Schwellbelastung eingebracht.

Zur Lagesicherung des Asphalt-Probekörpers wird beim Steifigkeitsversuch eine Unterspannung von $\sigma_u = 0,035$ MPa angelegt, während die auf den Asphalt-Probekörper aufgebrauchte Oberspannung σ_o so gewählt wird, dass die resultierenden elastischen horizontalen Dehnungen ϵ_{el} zwischen 50 und 100 $\mu\text{m}/\text{m}$ liegen.

Die Steifigkeitsversuche wurden bei den in Tabelle 6 angegebenen Temperatur-Frequenz-Sweeps durchgeführt. Die Ergebnisse sind die Steifigkeitsmodul-Frequenzfunktion in Form der Isothermen-Darstellung und die daraus ermittelte Masterkurve.

Tabelle 6: Versuchsparameter für den Steifigkeitsversuch mittels Spaltzug-Schwellversuch gemäß ÖNORM EN 12697-26 [40]

Asphaltschicht	Asphaltmischgutvarianten: SMA 11 S; AC 22 T S (bituminöse Tragschichte)
Prüftemperatur [°C]	+20; +10; 0; -10
Belastungsfrequenz [Hz]	0.1, 1, 5 und 10
Kenngößen	Steifigkeitsmodul $ E = f(\text{Temperatur } T, \text{ Frequenz } f)$ in [MPa] Masterkurve

In Tabelle 7 und Tabelle 8 sind für die Asphaltmischgutvarianten SMA 11 S und AC 22 T S (bituminöse Tragschichte) die Einzelwerte, Mittelwerte und Standardabweichungen aus dem Steifigkeitsversuch mittels Spaltzug-Schwellprüfung tabellarisch aufgelistet.

Unter den Tabellen sind jeweils die ermittelten Steifigkeitswerte (Mittelwerte) in Form einer Isothermendarstellung (links) und in Form einer Masterkurve (rechts) grafisch dargestellt.

Tabelle 7: Steifigkeitsmoduln [MPa] für die Asphaltmischgutvariante SMA 11 S gemäß ÖNORM EN 12697-26 [40]

Temp. T [°C]		Frequenz f [Hz]			
		0,1	1	5	10
	+20	2104	4306	6766	8248
		3592	5713	8371	10384
		2578	5109	8168	9553
Mittelwert		2758	5043	7769	9395
Standardabw.		760	706	874	1077
	+10	4983	8744	12047	13111
		6115	10336	13987	14809
		6220	10060	12799	15627
Mittelwert		5772	9713	12944	14516
Standardabw.		686	851	978	1283
	0	11988	16061	19822	20401
		10426	15612	19230	20667
		10556	15731	19049	19719
Mittelwert		10990	15801	19367	20262
Standardabw.		867	233	404	489
	-10	19619	24530	24935	25680
		18278	22498	24658	26669
		21055	24612	26578	27810
Mittelwert		19650	23880	25390	26720
Standardabw.		1389	1197	1038	1066

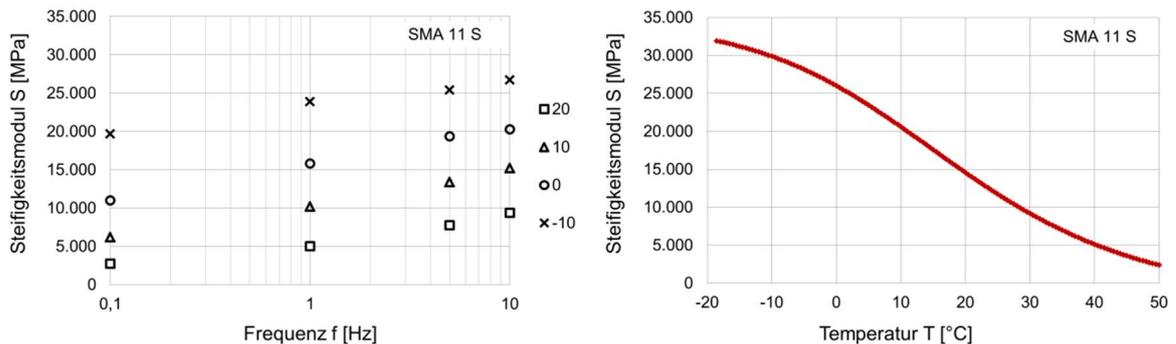


Abbildung 15: Steifigkeitsmodul S Asphaltmischgutvariante SMA 11 S in Abhängigkeit von Frequenz und Temperatur (links); Masterkurve (rechts).

Tabelle 8: Steifigkeitsmodul [MPa] für die Asphaltmischgutvariante AC 22 T S (bituminöse Tragschichte) gemäß ÖNORM EN 12697-26 [40]

Temp. T [°C]		Frequenz f [Hz]			
		0,1	1	5	10
	+20	4093	7296	10399	11804
		4724	9247	12986	13378
		3988	7542	10261	11743
	Mittelwert	4268	8028	11216	12308
Standardabw.	398	1062	1535	927	
	+10	9536	14220	17671	19108
		10259	16316	17599	20075
		9683	14554	17937	19285
	Mittelwert	9826	15030	17736	19489
Standardabw.	382	1126	178	515	
	0	16780	21175	21527	26512
		17679	20898	23611	24897
		16107	18645	24289	23251
	Mittelwert	16855	20239	23142	24887
Standardabw.	789	1387	1439	1630	
	-10	22680	27357	28274	28781
		23595	25913	27155	29659
		24469	28748	29591	31179
	Mittelwert	23581	27339	28340	29873
Standardabw.	895	1418	1219	1213	

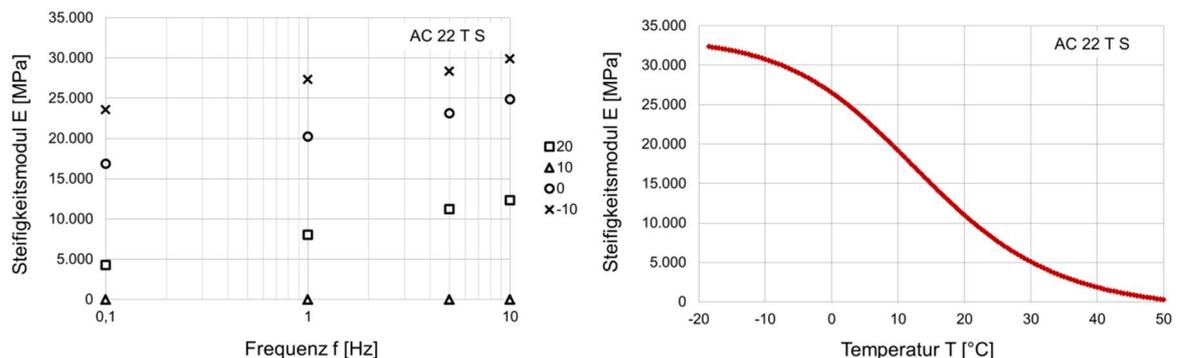


Abbildung 16: Steifigkeitsmodul S Asphaltmischgutvariante AC 22 T S (bituminöse Tragschichte) in Abhängigkeit von Frequenz und Temperatur (links); Masterkurve (rechts).

Zusätzlich wurde die Steifigkeits-Temperaturfunktion an Deckschichtproben (SMA S2) aus 2 Entnahmestellen der Südautobahn A2 ermittelt (siehe Abbildung 17). Die Entnahmestelle 1

(A2 - RFb. Graz, km 21,000 – km 46,000) liegt im schadensfreien Bereich, die Entnahmestelle 2 (A2 - RFb. Graz, km 46,000 – km 58,511) im Bereich mit Blasenbildung.

Es ergeben sich keine signifikanten Unterschiede in den temperaturabhängigen Steifigkeiten zwischen den beiden Entnahmestellen. Somit kann kein Zusammenhang zwischen den Steifigkeiten und den aufgetretenen Schäden (Blasenbildung im Bereich der Entnahmestelle 2) beziehungsweise den schadensfreien Bereichen identifiziert werden.

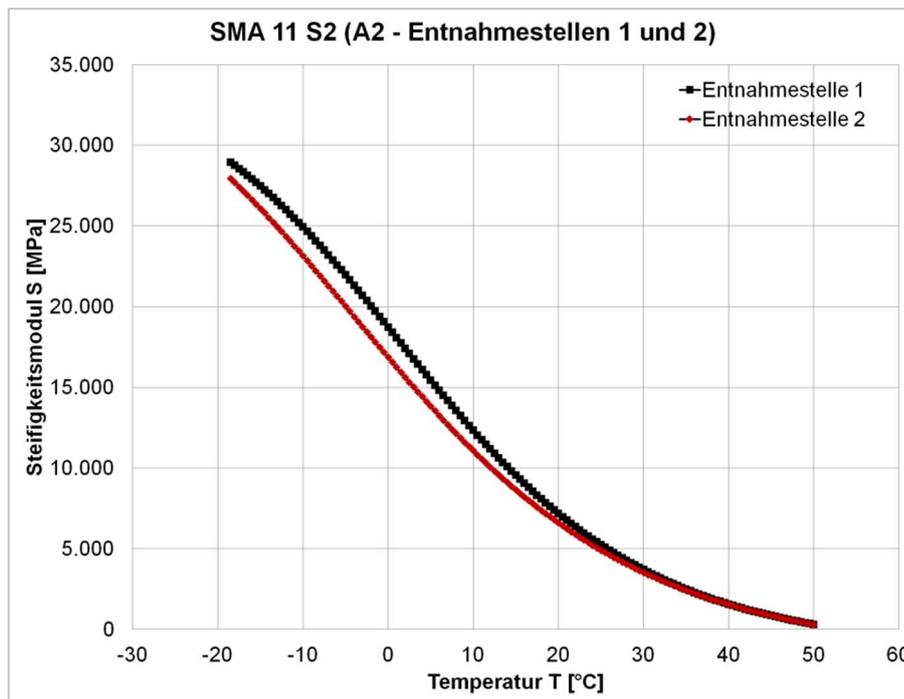


Abbildung 17: Steifigkeitsmodul S Asphaltmischgutvariante SMA S2 (Entnahmestelle 1 und 2) in Abhängigkeit der Temperatur (Masterkurve).

Da die KOMBAS-Bauweise vor allem dort ausgewählt wird, wo hohe Anforderungen an Tragfähigkeit und Lärm gleichzeitig gestellt werden, erfolgte auch die Modellierung im Labor für diese Lösung. Somit wurde die Steifigkeits-Temperaturfunktion an im Labor hergestellten Deckschichtproben (SMA 11 S3) bestimmt. Abbildung 18 zeigt die Masterkurven für die Variante SMA 11 S3 (Labor) im Vergleich zur Variante SMA 11 S2 (Entnahmestelle 1).

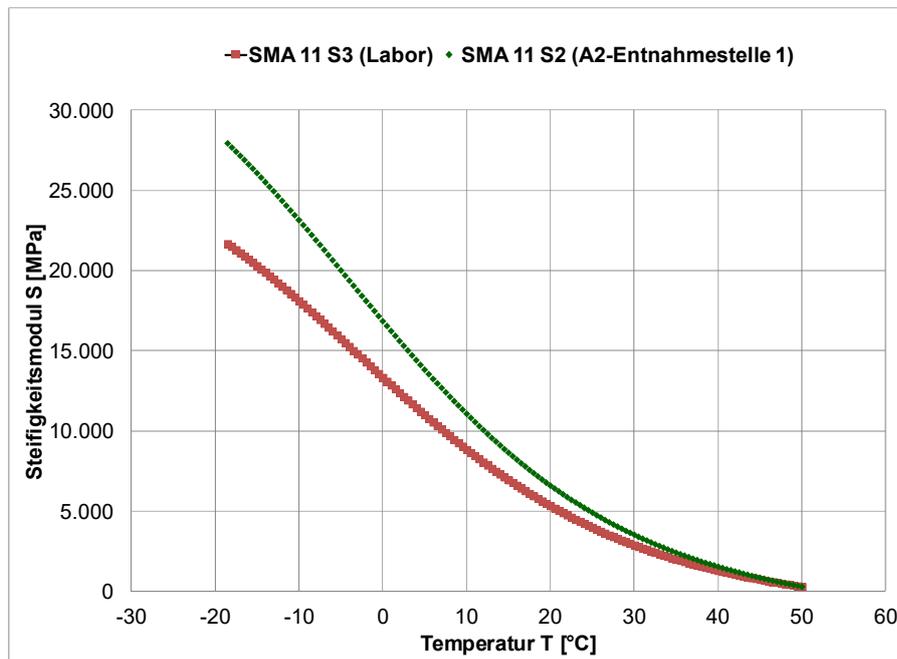


Abbildung 18: Steifigkeitsmodul S der Asphaltmischgutvarianten SMA S3 (Labor) und SMA S2 (Entnahmestelle 1) in Abhängigkeit der Temperatur (Masterkurve).

Die Variante SMA 11 S3 (Labor) zeigt über den gesamten Temperaturbereich geringere Steifigkeiten im Vergleich zur Variante SMA 11 S2 aus der Südautobahn A2 (Entnahmestelle 1). Dies deutet auf die in der Praxis beobachteten Unterschiede in der Lebensdauer der unterschiedlichen SMA-Typen hin. Gemäß dem Erfahrungshintergrund der ASFINAG (siehe hierzu auch Standardlebenszyklen der ASFINAG) weisen die Strecken mit einem SMA 11 S2 eine durchschnittliche Lebensdauer von 16 Jahren auf, wohingegen Strecken mit einem SMA 11 S3 eine durchschnittliche Lebensdauer von 12 Jahren erreichen.

In nachfolgender Tabelle 9 sind die Parameter der Sigmoidfunktion zur Ableitung der Steifigkeitsmoduln der jeweiligen Asphaltmischgutarten dargelegt.

Tabelle 9: Parameter der Sigmoidfunktion zur Ableitung der Steifigkeitsmoduln [MPa] für die Asphaltmischgutvarianten AC 22 T S (bituminöse Tragschichte), SMA 11 S2 (Entnahmestelle 1), SMA 11 S2 (Entnahmestelle 2) und SMA 11 S3 (Labor).

Asphaltmischgutart	Regressionsparameter			
	y_0	w	x_0	z
AC 22 T S (bituminöse Tragschichte)	-929,68	30709,56	1,17	1,67
SMA 11 S2 (Entnahmestelle 1)	-2261,91	36399,43	1,29	1,94
SMA 11 S2(Entnahmestelle 2)	-1933,01	38538,59	2,52	2,25
SMA 11 S 3 (Labor)	-1498,83	29469,39	3,68	2,24

Die hier im Kapitel 4.2.4 dargelegten Ergebnisse dienen weiterhin als Eingangsgrößen für die im Kapitel 5.6 durchgeführten Dimensionierungsberechnungen.

4.2.5 Scherermüdungsbeständigkeit der Schichtgrenze mittels zyklischem Scherversuch (A2-2 Entnahmestellen, A9)

Um zusätzlich zu den Standardprüfverfahren (Schub- und Haftzugfestigkeiten, Spurbildung) eine Aussage zum Zustand der Teststrecken in Bezug auf die Ermüdungseigenschaften der Schichtgrenze zu erhalten, wurden zyklische Scherversuche durchgeführt.

Im Entwurf der DIN EN 12697-48 (2013) ist im informativen Anhang ein Prüfverfahren genannt, welches dem hier eingesetzten Prüfverfahren nahekommt. Die Scherhaftfestigkeitsprüfung unter zyklischer Druckbelastung (CCSBT) basiert auf Untersuchungen von Wellner und Ascher 2007 [47]. Im Forschungsprojekt von Wistuba et al. 2016 [48] wurde das Verfahren zur Steifigkeitsprüfung präzisiert und um die Bestimmung des Ermüdungswiderstandes erweitert.

Zur Ermittlung der Schersteifigkeit wurden somit die Prüfvorrichtung und die Prüfverfahren gemäß [48] genutzt. Nach diesen Verfahren werden zur Steifigkeitsprüfung des Schichtenverbundes von Probekörpern diese einer direkten zyklischen Scherbeanspruchung (S_1 , Abbildung 19) und einer zusätzlichen statischen Normalspannung (σ_2 , Abbildung 19) ausgesetzt.

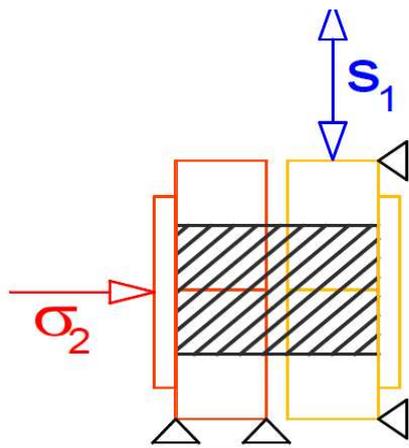


Abbildung 19: Mechanisches Modell des zyklischen Scherversuchs zur Steifigkeitsprüfung; s_1 - zyklische Scherbeanspruchung; σ_2 - Normalspannung [47].

Die zyklische Scherbeanspruchung des Probekörpers wird durch den Hydraulikzylinder der servo-hydraulischen Prüfmaschine realisiert (Abbildung 20). Diese Scherbelastung wird

wegeregelt in Form eines Sinusimpulses aufgebracht. Die vorgegebene Verformungsamplitude wird über zwei induktive Wegaufnehmer gesteuert, die jeweils auf jeder Seite der Prüfvorrichtung platziert sind (vertikale Wegaufnehmer 1 und 2, Abbildung 20). Die statische Normalkraft bzw. Normalspannung wird über einen pneumatischen Zylinder im Widerlager der Prüfvorrichtung aufgebracht, dessen Kraft über ein Manometer eingestellt wird. Um das nicht vermeidbare Spiel des horizontal beweglichen Teils infolge Normalbeanspruchung zu erfassen, wird auf einer Seite der Prüfvorrichtung der horizontale Weg aufgezeichnet (horizontaler Wegaufnehmer, Abbildung 20).

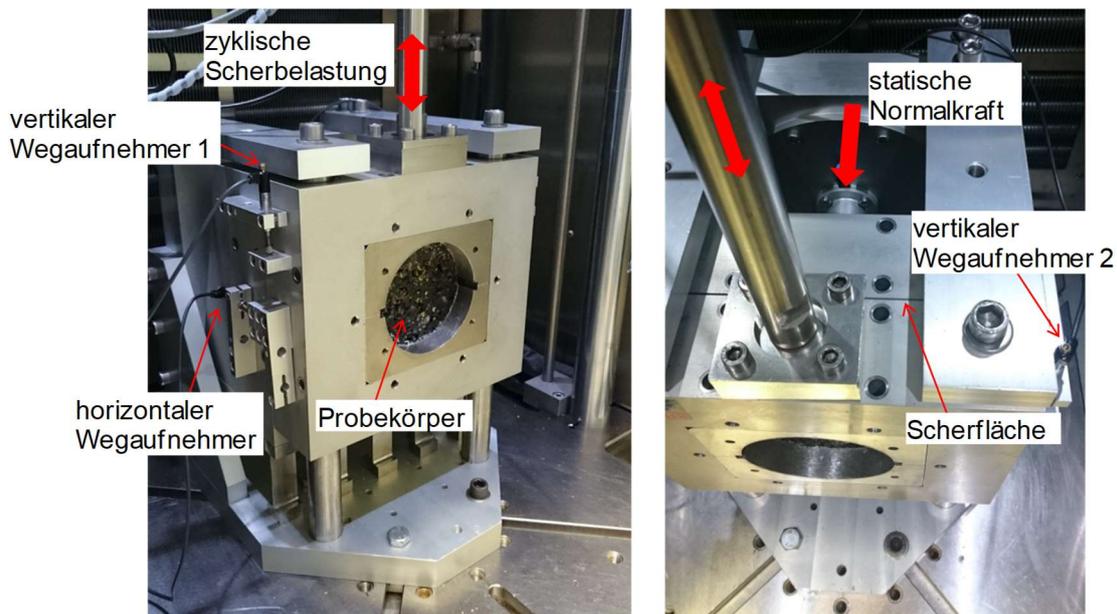


Abbildung 20: Zyklische Schervorrichtung am Institut für Straßenwesen der TU Braunschweig [48].

Die zweischichtigen Probekörper mit einem Durchmesser von 99 mm werden vor der Prüfung mit einem 2-Komponenten-Epoxidharzkleber in einer Klebevorrichtung (siehe Abbildung 21) in jeweils 4 Stahl-Halbschalen eingeklebt und 24 Stunden bei Raumtemperatur zur vollständigen Aushärtung des Klebers gelagert. Die Spaltbreite, die einer direkten Scherbelastung ausgesetzt ist, beträgt 1 mm.

Vor dem Versuchsbeginn wird der Probekörper auf die vorgegebene Prüftemperatur temperiert.

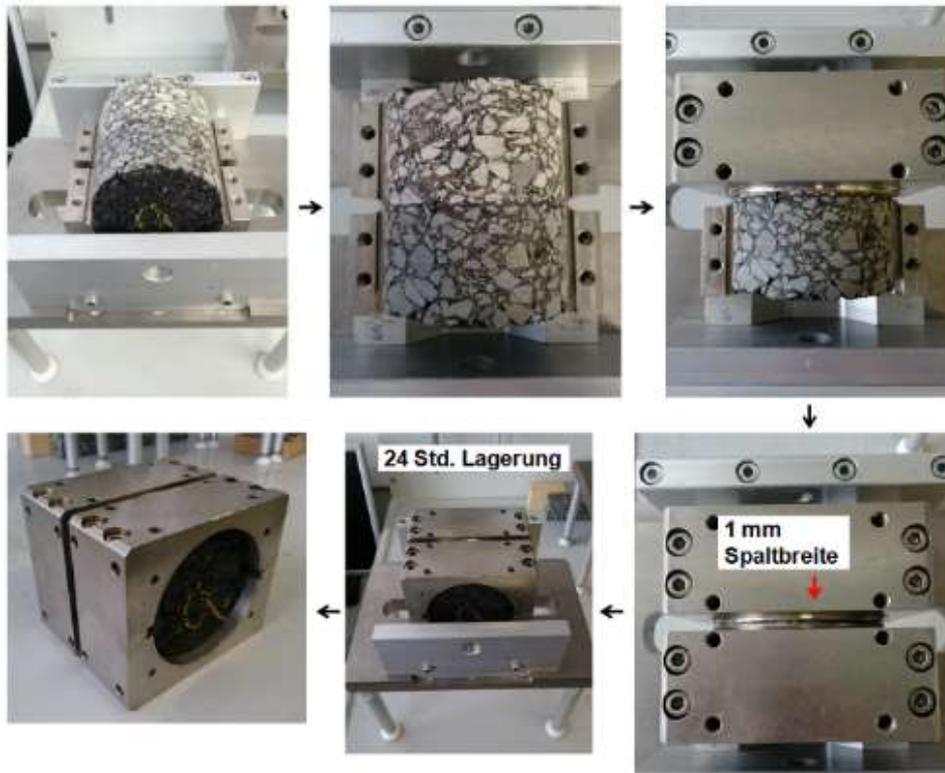


Abbildung 21: Probekörpervorbereitung für den zyklischen Scherversuch [48].

Als Ergebnis wird zunächst die Scherspannung wie folgt berechnet:

$$\tau_i = \frac{F_i}{A_{\text{eff}}}$$

τ_i Amplitude der Scherspannung bei Lastwechsel i [MPa],

F_i Kraftamplitude bei Lastwechsel i [N],

A_{eff} wirksame Querschnittsfläche [mm²].

Die Schersteifigkeit ergibt sich aus der Scherspannung und der relativen Verschiebung zwischen den Schichten wie folgt:

$$K_{s,i} = \frac{\tau_i}{U_i}$$

$K_{s,i}$ Schersteifigkeit bei Lastwechsel i [N/mm³],

τ_i Amplitude der Scherspannung bei Lastwechsel i [MPa],

U_i Amplitude der relativen Verschiebung zwischen den Schichten bei Lastwechsel i [mm].

Die zyklische Scherermüdungsprüfung (entwickelt am Institut für Straßenwesen der TU Braunschweig, dokumentiert in [48]) diente der Bestimmung der Scherermüdungsbeständigkeit der Schichtgrenze. Vor den Prüfungen zur Scherermüdungsbeständigkeit wird mit einem verkürzten Test die Schersteifigkeit der Proben ermittelt. Damit wird der Amplitudenbereich für die Scher-Ermüdungsprüfungen festgelegt.

Abbildung 22 zeigt ein Beispiel für eine Scher-Steifigkeitsprüfung, in dem die Amplitude stufenweise erhöht wird, bis zum Bruch des Probekörpers.

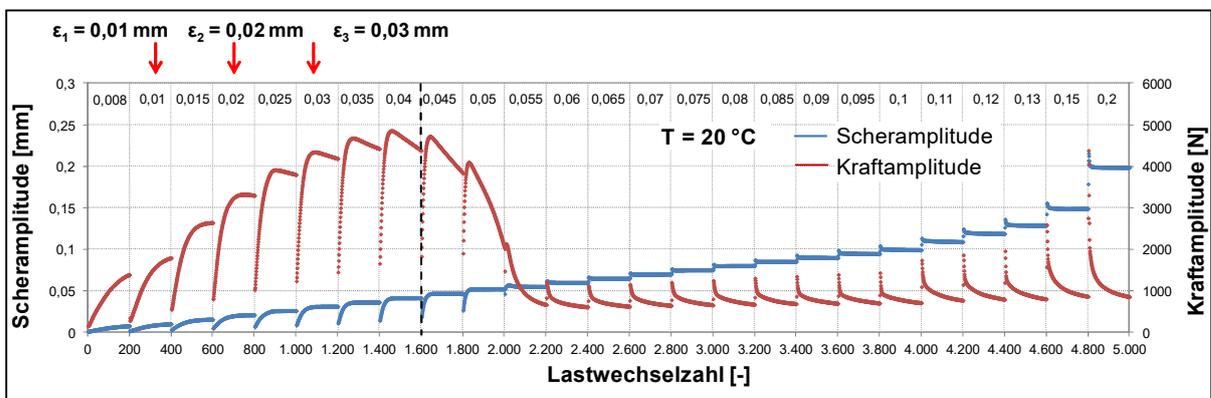


Abbildung 22: Beispiel einer Scher-Steifigkeitsprüfung in Form eines Amplitudensweeps, Stufenweise Erhöhung der Scheramplitude, insgesamt 25 Stufen und jeweils 200 Lastwechseln, bis zum Bruch des Probekörpers [48].

Anhand der Ergebnisse aus der Scher-Steifigkeitsprüfung werden (im Regelfall) drei Scheramplituden ausgewählt, welche eine möglichst große Spreizung bzgl. der Scherermüdungseigenschaften erwarten lassen. Im obigen Beispiel (Abbildung 22) wurden Scheramplituden von 0,01 mm, 0,02 mm und 0,03 mm ausgewählt. Mit diesen Scheramplituden wurden üblicherweise drei Prüfungen zur Scherermüdungsbeständigkeit bei $T = 20 \text{ °C}$, ohne Normalspannung, durchgeführt. Als Ergebnis einer Einzelprüfung wurde das Kriterium N_{f50} herangezogen. Die so erhaltenen Ergebnisse werden in einem Diagramm zusammengestellt und über eine Regression als sogenannte Wöhler-Linie ausgewertet, wie in Abbildung 23 dargestellt.

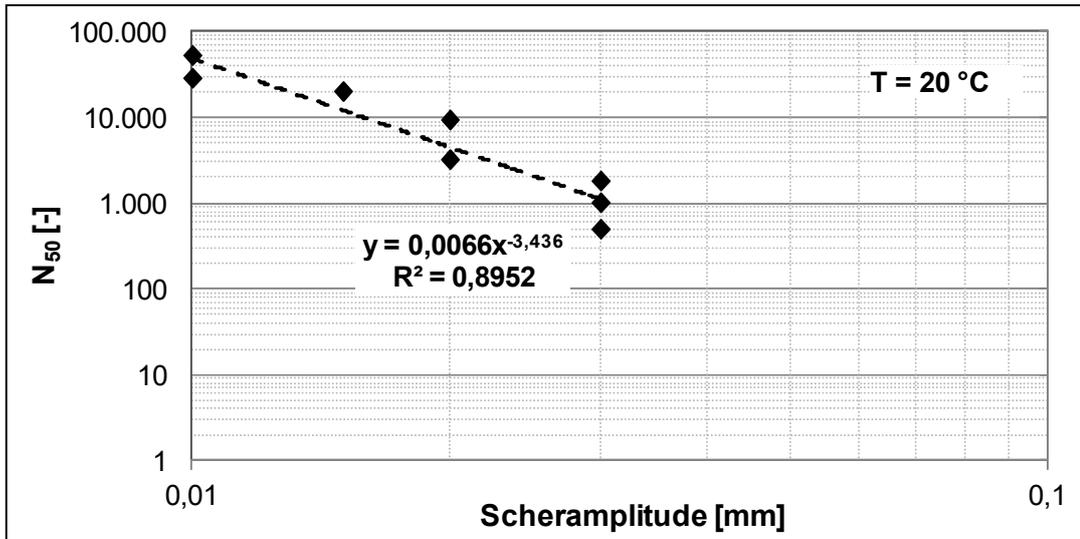


Abbildung 23: Beispiel für das Ergebnis aus einer Scher-Ermüdungsprüfung zur Ermittlung der Scherermüdungsbeständigkeit in Form einer Wöhler-Linie [48].

Die ermittelten Wöhler-Linien werden abschließend vergleichend bewertet. Es wurden 3 Varianten untersucht:

- Variante 1 (SMA 11 S2 auf Beton, Autobahn A2, Entnahmestelle 1),
- Variante 2 (SMA 11 S2 auf Beton, Autobahn A2, Entnahmestelle 2) und
- Variante 3 (SMA 11 S1 auf Beton, Autobahn A9).

Der Prüfumfang umfasste je Variante 3 Scheramplituden bei mindestens zweifacher Belegung. Die Prüftemperatur betrug 20 °C bei einer konstanten Frequenz von 10 Hz. Die Ergebnisse N_{f50} werden für jede Variante grafisch präsentiert. Dieses Kriterium (N₅₀) wird jedoch nicht in allen Fällen erreicht (keine Ermüdung aufgrund von kleiner Dehnungsamplitude, Versuchsdauer wäre zu lang). Der Versuch wurde daher bei einer maximalen Lastwechselzahl von 385.000 abgebrochen.

Die Anzahl der Lastwechsel bei Abfall des E-Moduls auf 50% der Anfangssteifigkeit (N₅₀) in Abhängigkeit der Dehnungsamplitude sind für die Varianten 1 und 2 in Abbildung 24 dargestellt.

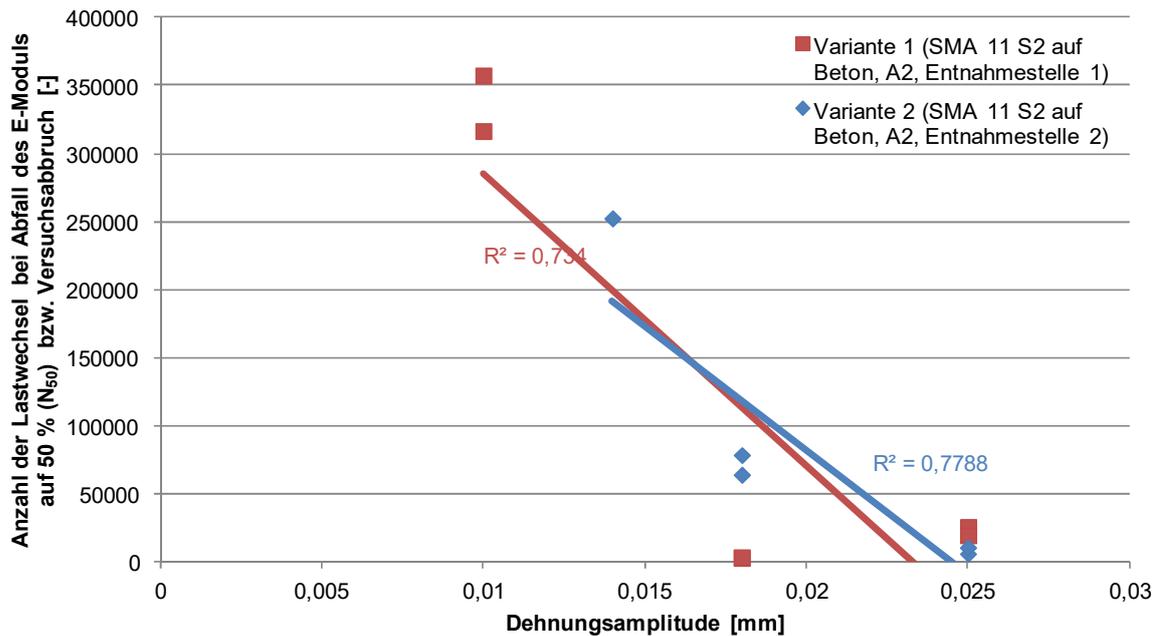


Abbildung 24: Scherermüdungsbeständigkeit der Schichtgrenze - Anzahl der Lastwechsel bei Abfall des E-Moduls auf 50% in Abhängigkeit der Dehnungsamplituden für die Varianten 1 und 2

Die Unterschiede in der Scherermüdungsbeständigkeit der Schichtgrenze zwischen der Entnahmestelle 1 (schadensfrei) und Entnahmestelle 2 (Blasenbildung) sind sehr gering. Die Wöhlerlinien liegen praktisch aufeinander. Somit wird kein Zusammenhang zwischen der Schadensbildung und der Scherermüdungsbeständigkeit der Schichtgrenze festgestellt.

Die Anzahl der Lastwechsel bei Abfall des E-Moduls auf 50% der Anfangssteifigkeit in Abhängigkeit der Dehnungsamplituden sind für die Varianten 1 bis 3 in Abbildung 25 dargestellt.

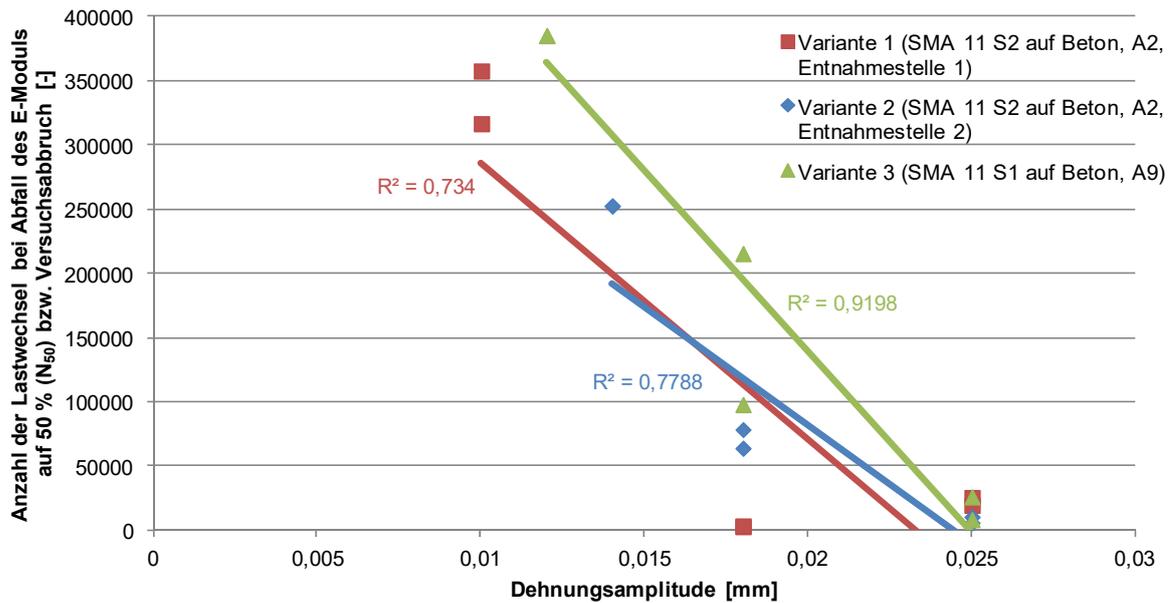


Abbildung 25: Scherermüdungsbeständigkeit der Schichtgrenze - Anzahl der Lastwechsel bei Abfall des E-Moduls auf 50% in Abhängigkeit der Dehnungsamplituden für die Varianten 1 bis 3.

Die Variante 3 (SMA 11 S1 auf Beton aus der A9) zeigt im Vergleich zu den Proben aus der A2 eine höhere Scherermüdungsbeständigkeit der Schichtgrenze. Dies wird durch eine angedeutete Verschiebung der Wöhlerlinie der Variante 3 nach oben deutlich. Konkret bedeutet dies, dass die Prüfkörper aus der A9 bei gleicher Dehnungsamplitude eine höhere Anzahl an Lastwechseln bis zum Abfall des E-Moduls auf 50% Anfangssteifigkeit als die Proben aus der A2 ertragen. Inwieweit dies im Zusammenhang mit der schadensfreien Entwicklung des Abschnitts der A9 (Ausnahme geringe temperaturbedingte Reflexionsrisse im Fugenbereich) über die Nutzungsdauer steht, kann an dieser Stelle jedoch nicht beantwortet werden.

5 Bautechnische Gestaltung

Bei der gegenständlichen Bauweise wird eine neu hergestellte oder eine bestehende Betondecke mit einer dünnen Asphaltdeckschicht überbaut. Die Unterlage für die Asphaltdeckschicht kann daher unterschiedlich sein:

- Betondecke Neubaufall bzw. Erneuerungsfall
- Bestandsbetondecke Instandsetzungsfall
 - Oberfläche gestrahlt (mit unterschiedlichen Verfahren)
 - Oberfläche gefräst

Durch geeignete Vorbereitungs- und Vorbehandlungsmaßnahmen muss sichergestellt werden, dass der Verbund zwischen der Asphaltdeckschicht und der Unterlage (Betondecke) optimiert wird. Aus den Fragebögen ist ersichtlich, dass das Auftreten von Blasenausbildungen nicht im Zusammenhang mit der Vorbehandlung der Betondecke steht. Blasenausbildungen wurden nur an jenen Abschnitten festgestellt, in denen der Hohlraumgehalt der SMA-Schicht (Typ S2) zu gering (< 3 %) war.

5.1 Betondecke Neubaufall

Im Neubaufall ist die Betondecke nach den Vorgaben der RVS 08.17.02 [6] einschichtig und im Regelfall einlagig in Unterbetonqualität GK 22 oder GK 32 mit Deckenzement herzustellen (Details zu möglichen Kosteneinsparungen siehe Kapitel 6.3.7). Die Dicke der Betondecke richtet sich nach der jeweiligen Lastklasse (siehe RVS 03.08.63 [1] und Pkt. 5.4). Für die Wahl der Feldlängen, der Feldbreiten, der Trennschicht, der Anordnung von Fugen und der Stahleinlagen (Dübel und Anker) gelten die gleichen Vorgaben wie in der RVS 08.17.02 [6] beschrieben. Alle Fugen der Betondecke müssen dauerhaft verschlossen werden.

Grundsätzlich ist der Unterbeton mit dem Gleitschalungsfertiger einzubauen. Kleinere Einbauflächen können auch unter Verwendung von Straßenbeton F52 (Straßenbeton mit Fließmittel) hergestellt werden. Die Oberfläche der Betondecke ist nach dem Einbau und der Verdichtung des Betonmischguts eben abzuziehen (z.B. mit einer Glättbohle) und ein flüssiges, filmbildendes Nachbehandlungsmittel aufzubringen. Auch für diesen Arbeitsschritt gelten sinngemäß die Vorgaben der RVS 08.17.02 [6].

Vor dem Überbau der Betondecke mit Asphalt muss sichergestellt sein, dass die Grenzfläche (Oberfläche der Betondecke) den folgenden Anforderungen entspricht:

- Rautiefe $\geq 0,8$ mm
- Haftzugfestigkeit $\geq 2,0$ N/mm² bei Asphaltdeckschichten $\geq 3,0$ cm Dicke
- Haftzugfestigkeit $\geq 1,5$ N/mm² bei Asphaltdeckschichten $< 3,0$ cm Dicke
- Restfeuchte $\leq 3,0$ M.-%

Diese Anforderungen entsprechen dem derzeitigen Stand der Technik für das hochrangige Straßennetz (RVS 08.16.01 [5] und Technische Vertragsbedingungen B.3 der ASFINAG [18]). Eine Anpassung ist auf Basis der vorliegenden Informationen und Erfahrungen nicht erforderlich.

Die Makrotexturtiefe der Oberfläche kann mit den folgenden Verfahren hergestellt werden:

- Hochdruckwasserstrahlen (HDW) mit > 2.500 bar
- Kugelstrahlen der Oberfläche und Waschen mit 300 bar (Kehrsaugwagen)
- Kugelstrahlen der Oberfläche und Hochdruckwasserstrahlen HDW mit ca. 1.800 bar
- Feinfräsung der Oberfläche mit anschließendem Hochdruckwasserstrahlen (HDW) mit ca. 2.500 bar

Es ist davon auszugehen, dass die Herstellung der Oberflächenstruktur frühestens nach 7 Tagen erfolgen kann. Dieser Zeitpunkt ist auch von den Umgebungsbedingungen und der Betonrezeptur abhängig.

Nachdem in Österreich sehr wenige Erfahrungen mit dieser Bauweise und den Oberflächenbehandlungsverfahren vorhanden sind, wird die Ausführung von Probestrecken empfohlen. Im Zuge einer Probestrecke sollte versucht werden die Oberflächenstruktur 48 bis 72 Stunden nach dem Betonierende durch Kugelstrahlen herzustellen.

Für die Ausführung von unterschiedlichen Probestrecken würde sich das Projekt A1, West Autobahn, Abschnitt BU Schmittenhäusl - Thalgau anbieten. In diesem Abschnitt wird die Betondecke erneuert (Umsetzung 2023). Das zukünftige Baulos hat eine Länge von ca. 4 km. Vor diesem Abschnitt wurde die bestehende Betondecke bereits mit Asphalt überbaut. Nach dem Abschnitt befindet sich wieder eine Betondecke.

Im Rahmen dieser Probestrecken sollten die folgenden Einflüsse erfasst werden:

- 2 verschiedene Unterbetonsorten: Größtkorn 22 mm und Größtkorn 32 mm
- 3 unterschiedliche Oberflächenbehandlungsverfahren (siehe vorstehende Aufzählung)

5.2 Bestandsbetondecke

Bestehende Betondecken weisen im Regelfall eine hohe Oberflächenfestigkeit und ein dichtes Betongefüge auf. Trotzdem ist eine umfassende Beurteilung und Bewertung der Bestandsbetondecke unbedingt erforderlich, da noch vor dem Überbau mit einer Asphaltdeckschicht die Bestandsbetondecke einen sehr guten bis guten Zustand (Note 1 oder 2 der Zustandsmerkmale Risse und Oberflächenschäden) der Einzelzustandsmerkmale gem. RVS 13.01.16 [10] aufweisen sollte. Aus diesem Grund werden folgende Voruntersuchungen empfohlen:

- Visuelle Zustandserfassung und Bewertung der Risse und Oberflächenschäden der Bestandsbetondecke unter Heranziehung der RVS 13.01.16 [10]
- Feststellung der mittleren Betondeckendicke der Bestandsbetondecke, speziell wenn die Betondecke angefräst, d.h. in der Dicke reduziert wird.
- Überbohren von Rissen zur Feststellung der Risstiefe und der Schadensursache
- Rautiefe und Haftzugfestigkeit der Betonoberfläche
- Haftzugfestigkeit des Betons in jener Tiefe in der die Grenzfläche Asphalt zu Beton zu liegen kommen wird (für den Fall, wenn die Betondecke angefräst wird)
- Feststellung von Hohllagen von Betonplatten
- Zustand der Fugen nach RVS 13.01.16 [10]
- Ergänzende Voruntersuchungen bei erkennbaren Problemen der Tragfähigkeit zum Erreichen der empfohlenen Mindestwerte der Restlebensdauer in Absprache mit dem jeweiligen Prüflabor.
 - Tragfähigkeitsmessungen mit dem FWD (Falling Weight Deflectometer), zusätzlich Messungen im Riss und Fugenbereich (Lastübertragung)
 - Prüfung der Druckfestigkeit und/oder der Spaltzugfestigkeit der Bestandsbetondecke

Liegen die Ergebnisse der Voruntersuchungen vor, so sind zur Sicherstellung des geforderten Zustands folgende Instandhaltungs- und Instandsetzungsmaßnahmen (sofern erforderlich) durchzuführen (siehe hierzu auch RVS 13.01.51 [11]):

- Ausbesserung von geschädigten Plattenteilen (Kantenschäden und Eckabbrüche) mit Ausbesserungsmaterial, welches zumindest den Anforderungen vom Unterbeton nach RVS 08.17.02 [6] entspricht.
- Auswechslung umfassend geschädigter oder gebrochener Betonplatten mit Ersatzmaterial, welches zumindest den Anforderungen vom Unterbeton nach RVS 08.17.02 [6] entspricht.
- Ersatz von bituminösen Reparaturstellen mit Beton, welcher zumindest den Anforderungen für Unterbeton nach RVS 08.17.02 [6] entspricht.
- Entfernen von losen Teilen und Ersatz durch Ausbesserungsmaterial, welches zumindest den Anforderungen für Unterbeton nach RVS 08.17.02 [6] entspricht.
- Unterpressung von hohl liegenden Betonplatten
- Instandsetzung der bestehenden Fugenfüllungen, ggf. Erneuerung Fugenverguss
- Entfernung bestehender Markierungen durch Fräsen oder Hochdruckwasserstrahlen

Vor dem Überbau der sanierten Bestandsbetondecke muss sichergestellt sein, dass die Grenzfläche - Oberfläche der (angefrästen) Betondecke - den folgenden Anforderungen entspricht:

- Rautiefe $\geq 0,8$ mm
- Haftzugfestigkeit $\geq 1,5$ N/mm²
- Restfeuchte $\leq 3,0$ M.-% bei neuen Betonfeldern (z.B. Betonfeldtausch)
- Restfeuchte $\leq 1,5$ M.-% bei bestehenden Betonfeldern

Der Vorschlag für diese Anforderungen entspricht nicht dem derzeitigen Stand der Technik für das hochrangige Straßennetz. Eine Anpassung wird für die folgenden Kennwerte empfohlen:

- Haftzugfestigkeit $\geq 1,5$ N/mm² (anstatt 2,0 N/mm²)
- Restfeuchte $\leq 1,5$ M.-% bei bestehenden Betonfeldern (anstatt $\leq 1,0$ M.-%)

Anwendungsfälle in Salzburg haben gezeigt, dass die Oberflächenfestigkeit und die Restfeuchte von Bestandsbetondecken unterschiedlich sein können. Durch die Anpassung wird kein Einfluss auf den Verbund an der Grenzfläche erwartet.

Die Makrotexturtiefe der Oberfläche kann mit den folgenden Verfahren hergestellt werden:

- Fall 1: Bestandsbetondecke wird nicht angefräst

- Kugelstrahlen und Hochdruckwasserstrahlen HDW mit > 300 bar
- Kugelstrahlen und Hochdruckwasserstrahlen HDW mit ca. 1.800 bar

Eine Rauheit > 0,8 ist ohne Fräsen nur schwer zu erfüllen, evtl. kann dies mit 2-maligem Kugelstrahlen erreicht werden, was jedoch teuer ist und auch nicht immer die Anforderungen erfüllt.

- Fall 2: Bestandsbetondecke wird angefräst
 - Feinfräsung der Oberfläche mit anschließendem Hochdruckwasserstrahlen (HDW) mit ca. 2.500 bar. Linienabstand von 15 mm würde eine höhere Rauigkeit ergeben (Gleichmäßigkeit des Fräsbildes), wobei die Fräßmeisel in einem einwandfreien Zustand sein müssen und auch laufend getauscht werden sollten. Dzt. gibt es jedoch keine Anforderungen an die Gleichmäßigkeit der Rautiefe, was jedoch sinnvoll und zweckmäßig wäre.
 - Feinfräsung der Oberfläche mit anschließendem Kugelstrahlen (Sinnhaftigkeit ist fraglich) und Hochdruckwasserstrahlen HDW mit ca. 1.800 bar

In allen Fällen wird die Ausführung von Probeflächen zur Überprüfung der gewählten Arbeitsweisen empfohlen. In Abhängigkeit der Oberflächenfestigkeit der Betondecke kann es erforderlich werden einzelne der vorgenannten Schritte auch 2-mal durchzuführen. Nach dem Hochdruckwasserstrahlen kann es erforderlich werden, dass die Oberfläche noch einmal mit einem Kehrsaugwagen (> 300 bar) von losen Steinen gereinigt wird.

5.3 Haftbrücke

Zur Sicherstellung eines hochwertigen Verbunds zwischen der Asphaltdeckschicht und der Betondecke muss auf die vorbereitete Grenzfläche eine Haftbrücke aufgebracht werden. In Österreich hat sich das Vorspritzen mit einer polymermodifizierten Bitumenemulsion bewährt. Es ist darauf zu achten, dass die Bitumenemulsion vor dem Befahren durch den Baustellenverkehr vollständig gebrochen ist und abgebunden hat (nicht mehr klebrig). Um das Aufziehen der Emulsion durch den Baustellenverkehr zu vermeiden, wird das flächige Aufspritzen einer Kalkhydratsuspension (Kalkmilch) empfohlen. Alternativ können auch Asphaltfertiger mit integrierter Vorspritzeinrichtung (Vorspritzfertiger) eingesetzt werden.

Das Aufbringen der Haftbrücke muss maschinell mit einem Breitspritzgerät erfolgen. Vor der Applikation des Haftklebers auf die Betonoberfläche müssen die folgenden Vorgaben erfüllt sein:

- Betonoberfläche visuell trocken, keine Feuchtstellen, keine Verschmutzungen
- Oberflächentemperatur mind. 3 K über der Taupunkttemperatur der umgebenden Luft

Empfohlene Sorte Bitumenemulsion:

- C 40 PB3 - HB
- C 60 PB3 - HB

Empfohlene Vorspritzmenge:

- Abhängig von der Porosität und Rauigkeit der Unterlage
- Richtwert, 0,4 kg/m², die optimale Menge muss über Probeflächen bestimmt werden

5.4 Asphaltdeckschicht

Auf der Grundlage der maßgebenden RVS-Richtlinien sowie der erweiterten Vorgaben der ASFINAG sind folgende Anforderungen und Empfehlungen zu beachten:

- Asphaltmischgut:
 - Standarddeckschichtsorte: SMA 11 S2 gem. RVS 08.97.05 [4]
 - Alternative Deckschichtart zur Erfüllung erhöhter Anforderungen im Bereich Lärmschutz: SMA 8 oder 11 S3 gem. RVS 08.97.05 [4]
 - SMA 8 S3 (gemäß B.3 Technische Vertragsbestimmungen für den Straßen- und Brückenbau der ASFINAG) mit einem Hohlraumgehalt von 9,0 – 14,0 Vol.-%. Die Gebrauchsdauer dieser Asphalttschicht mit einem etwas höheren Hohlraumgehalt wird derzeit durch die ASFINAG evaluiert
- Asphalttschicht:
 - Maximale Schichtdicke: 4,0 cm
 - Minimale Schichtdicke: 3,0 cm
 - Mindesthohlraumgehalt SMA 11 S2: 4,0 Vol.-%
 - Schubfestigkeit mind. 0,9 N/mm²
 - Wenn nicht gesondert bzw. anders festgelegt, gelten die Anforderungen der RVS, insbesondere der RVS 08.16.01 [5] und RVS 08.97.05 [4]
 - Im Rahmen des Einbaus sind folgende Empfehlungen zu beachten:

- Wenn möglich, Einbau auf die volle Fahrbahnbreite (zur Vermeidung von zusätzlichen Nähten neben den Fugen)
- Einsatz von flächendeckender Verdichtungskontrolle (FDVK) zur laufenden Überprüfung der Verdichtungsfahrten
- Verdichtung ohne Vibration
- Laufende Einbaukontrolle durch das ausführende Bauunternehmen (zerstörungsfreie Dichtebestimmung, Kalibrierung durch die Entnahme von Bohrkernen)

Um Reflexionsrisse aus dem Fugenraster der Betondecke in der Asphaltdeckschicht zu vermeiden, sind folgende Maßnahmen erforderlich:

- Vor dem Aufbringen des Haftklebers müssen alle Fugen der Betondecke exakt vermessen bzw. versichert werden.
- Nach dem Auskühlen der Asphaltdeckschicht sind die Fugen entsprechend dem Betondeckenfugenraster zu schneiden
- Schnitttiefe ca. 2/3 der Asphaltdeckschichtdicke zur Handhabung von Ungenauigkeiten zwischen Fugenraster Asphaltdeckschicht und Fugenraster Betondecke
- Abfasen und Vergießen der Fugen mit polymermodifizierter Heißvergussmasse

Zur Verifizierung des Einflusses der Schnitttiefe und zur Abschätzung der (reduzierten) Lebensdauer der Asphaltdeckschicht im Querfugenbereich ohne dem Nachschneiden der Fugen bei einer guten Lastübertragung zwischen den einzelnen Betonplatten sollten die folgenden Probstrecken ausgeführt werden:

- Probstrecke 1:
 - Einbau von 4 cm Asphalt
 - Nachschneiden aller Fugen, Schnitttiefe 4 cm (Fugenspalt 8 mm / 40 mm)
 - Abfasen und Vergießen aller Fugen mit polymermodifizierter Heißvergussmasse
- Probstrecke 2:
 - Einbau von 4 cm Asphalt
 - Nachschneiden aller Fugen, Schnitttiefe 3 cm (Fugenspalt 8 mm / 30 mm)
 - Abfasen und Vergießen aller Fugen mit polymermodifizierter Heißvergussmasse

- Probestrecke 3:
 - Ausführung einer rissüberbrückenden Zwischenschicht (SAMI), ca. 2,5 kg Heißbitumen PmB 45/80-65, 5-10 kg/m² Splitt 4/8 oder 8/11
 - Einbau von 4 cm Asphalt
 - Kein Nachschneiden der Fugen

5.5 Prüfung des Schichtverbunds

Die bestehenden Anforderungen an den Schichtverbund und die angewendeten Prüfverfahren müssen nicht abgeändert werden.

Es wird empfohlen zukünftig auch die Kerb-Spaltzugfestigkeit und die spezifische Bruchenergie gemäß ÖNORM B 3592 [42] zu bestimmen. Die Daten sollten zentral bei der ASFINAG gesammelt werden, um zukünftig Anforderungswerte definierten zu können.

5.6 Dimensionierung Neubau

5.6.1 Allgemeines

Um eine Aussage zur Dimensionierung der kombinierten Bauweise Beton – Asphalt treffen zu können, wurde untersucht, inwieweit eine Überbauung von Betondecken durch eine Asphaltdeckschicht, ggf. unter Variation der Dicke der Asphaltdeckschicht und der Betonschicht, die theoretische Lebensdauer der Straßenbefestigung beeinflusst. Grundsätzlich kann die Oberbaubemessung einer Mischbauweise (Asphalt auf Beton) nach der Mehrschichtentheorie oder nach der Plattentheorie erfolgen. Im vorliegenden Fall wurde die Mehrschichtentheorie als die geeignete Bemessungsmethode gewählt, weil bei einer Oberbaubemessung nach der Plattentheorie die vergleichsweise dünne Asphaltauflage bezüglich der resultierenden Primärwirkungen unterrepräsentiert wäre und damit keine eindeutige Aussage im Hinblick auf eine „Verlängerung“ der theoretischen (technischen) Lebensdauer zulässt.

Als Eingangsgrößen für die Dimensionierungsberechnungen wurden die Asphaltsteifigkeiten an im Labor hergestellten Asphalt-Probenkörpern (SMA 11 S2 und SMA 11 S3) sowie an Bohrkernen aus 2 Entnahmestellen aus der Teststrecke A2 (SMA 11 S2) ermittelt (vgl. Kapitel 4.2.4). Bezüglich des Steifigkeitsmoduls des Betons wurden die Anforderungen eines C 35/45 gemäß den RVS 08.17.02 [6] angesetzt. Für den Straßenbeton wurde sowohl für

den Oberbeton als auch für den Unterbeton eine konstante Steifigkeit von 30.000 MPa gemäß RVS 03.08.69 [46] angenommen.

Mittels rechnerischer Dimensionierung wurden in der Folge die theoretische Lebensdauer der Referenz-Straßenbefestigung aus Beton (Lastklasse LK40, Bautype BE1 gem. RVS 03.08.63 [1]) und daran anschließend von Varianten mit dem Asphaltdeckschicht-Mischgut SMA 11 S2 und SMA S3 als Deckschicht auf Beton bei unterschiedlichen Dicken der Asphalt- und der Betondecke ermittelt.

Es sei an dieser Stelle nochmals explizit erwähnt, dass die Aufgabe der Dimensionierungsberechnungen in erster Linie in der Beurteilung einer verlängerten theoretischen (technischen) Lebensdauer im Neubaufall besteht. Unter Heranziehung der Ergebnisse kann entschieden werden, ob die aktuelle, auf die Dicke der Betondecke bezogenen theoretische Lebensdauer, erhöht werden kann (ggf. neue Lastklasse) oder ob die daraus ermittelte „Reserve“ unter Berücksichtigung von Erhaltungsaktivitäten die „tatsächliche“ Lebensdauer von Betondecken bzw. der KOMBAS-Bauweisen deutlich erhöht. Auch ist in diesem Zusammenhang zu erwähnen, dass die nach RVS 03.08.63 [1] definierten Bemessungslebensdauern infolge laufender Instandhaltungen bzw. periodischer Instandsetzungen von der tatsächlichen technischen Lebensdauer deutlich abweichen können. Im Zuge der Lebenszyklusbewertung muss dieser Umstand berücksichtigt werden. Dabei spielen neben der Ermüdung auch weitere Schädigungen (z.B. im Bereich der Betondeckenfugen, -kanten, ecken) eine maßgebende Rolle. So kann ggf. auch durch die aus der Überbauung resultierende erhöhte theoretische Lebensdauer infolge entstehender Schäden im Asphaltüberbau mit hoher Wahrscheinlichkeit nur bedingt „genutzt“ werden. Auch Beanspruchungen im Rahmen von Instandsetzungsmaßnahmen (Fräsen der Asphaltdeckschicht und „Anfräsen“ der Bestandbetondecke) sind hier im Rahmen einer ingenieurmäßigen Beurteilung zu berücksichtigen.

5.6.2 Theoretische Grundlagen

5.6.2.1 Vorgehensweise

Auf Grundlage der Richtlinien für die rechnerische Dimensionierung des Oberbaus von Verkehrsflächen mit Asphaltdeckschicht gemäß den RVS 03.08.68 [45] bzw. RDO Asphalt 09 [44] können Oberbauten rechnerisch dimensioniert werden. Das Ablaufschema einer Dimensionierungsrechnung ist in Abbildung 26 dargestellt

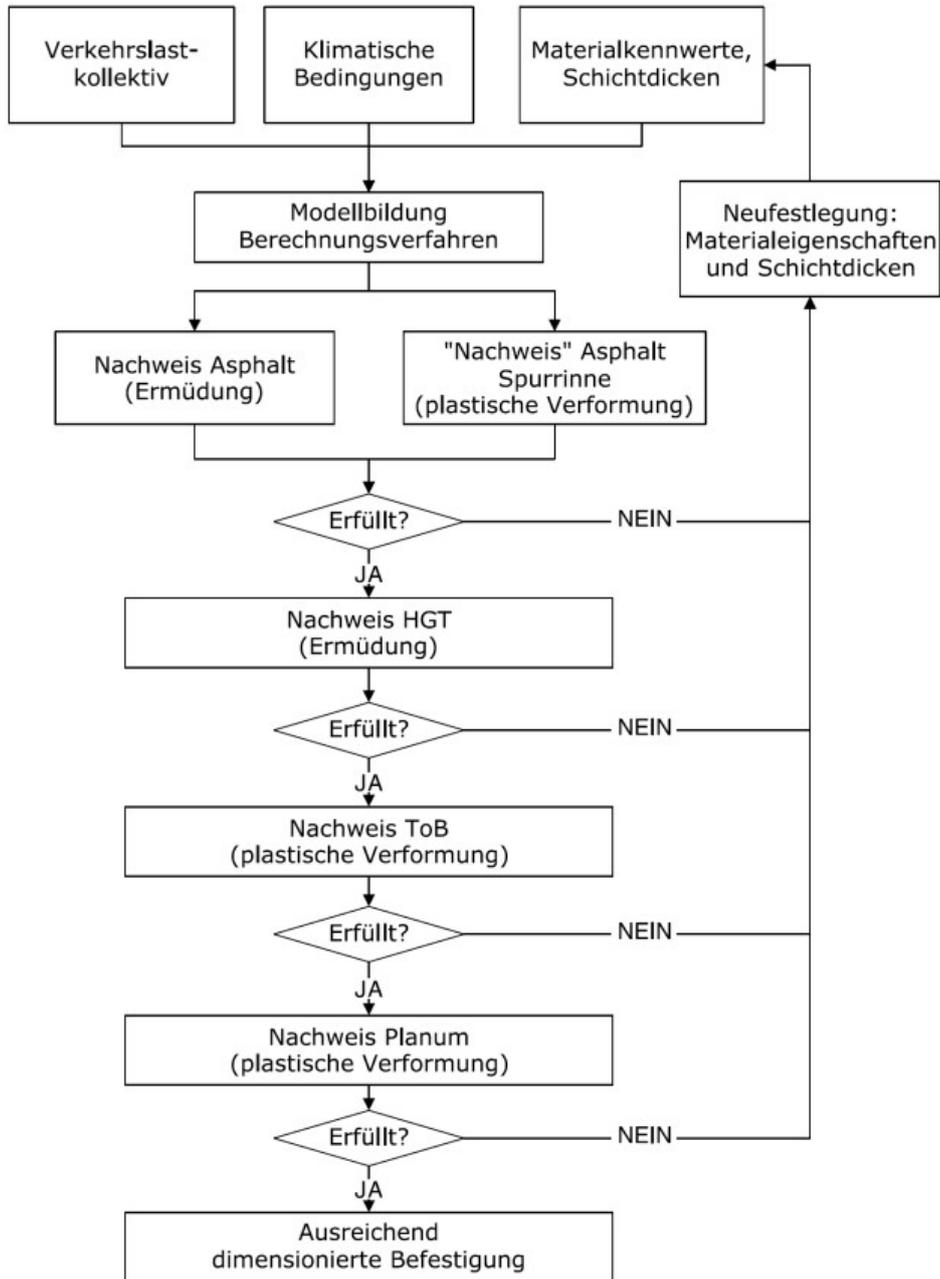


Abbildung 26: Ablaufschema zur rechnerischen Dimensionierung von Asphaltbefestigungen gemäß den nationalen Regelwerken RVS 03.08.68 [45] bzw. RDO Asphalt 09 [44]

5.6.2.2 Ermüdungsnachweis

Der im Rahmen der rechnerischen Dimensionierung durchzuführende rechnerische Nachweis des Ermüdungsverhaltens beruht gemäß der Mehrschichtentheorie auf einer Begrenzung der Biegezug-Beanspruchung an der Unterseite der untersten gebundenen

Schicht im Oberbau. Dies entspricht den Annahmen der klassischen Ermüdungstheorie. Diese Theorie wird im Folgenden auch für die Berechnung der vorliegenden Mischbauweise (Asphalt auf Beton; semi-flexible Straßenkonstruktion) herangezogen.

Gemäß der Mehrschichtentheorie wird zur Berechnung der zufolge kurzzeitiger Verkehrsbelastung resultierenden maßgebenden Dehnungen bzw. Spannungen (sog. Primärwirkungen) ein linear-elastisches Materialverhalten vorausgesetzt. Ferner wird der Fahrbahnoberbau in Schichten mit homogenem, isotropen Materialeigenschaften eingeteilt. Jede Schicht wird durch die Eigenschaften Dicke h , Elastizitätsmodul E , Querdehnzahl und durch den Verbund zu der darunter liegenden Schicht beschrieben. Die unterste Schicht des geschichteten Oberbaus wird mit einem als Halbraum definierten Untergrund festgelegt. Für die Berechnung der auftretenden Beanspruchungen aus der Verkehrslast p wird im Modell die Radlast durch eine runde, auf der Oberfläche vertikal angreifende Flächenlast (Topflast) angenähert.

Zur Berücksichtigung der jeweiligen temperaturabhängigen Steifigkeiten der Asphaltsschichten (Asphaltdeckschicht SMA 11 S2 bzw. SMA 11 S3 und bituminöse Tragschicht unterhalb der Betonschicht) werden für die relevante Temperaturzone (siehe Abbildung 27) die maßgebenden Temperaturprofile in 12 definierten Temperaturperioden berücksichtigt. Der Temperaturverlauf im Asphalt wird durch nachfolgende Gleichung bestimmt:

$$y = b \cdot \ln(0,01 \cdot x + 1,0) + T$$

wobei gilt:

- y..... Asphalttemperatur in der Tiefe x [°C]
- x..... Tiefe unter Fahrbahnoberfläche [mm]
- T Oberflächentemperatur [°C]
- b..... Parameter, abhängig von T [-]

Den im Mehrschichten-Modell definierten Asphaltsschichten können so eine Temperatur zugeordnet werden, anhand derer der entsprechende E-Modul der Asphaltsschichten abgeleitet werden kann. Die benötigte Temperatur-Steifigkeitsfunktion wurde je Asphaltmischgut mittels Laborprüfungen bestimmt (sh. Kap. 4.2.4).

Für die Betonschicht wurde ein konstanter (temperaturunabhängiger) E-Modul von 30.000 MPa angenommen.

Zur Berücksichtigung der unterschiedlichen Achslasten im Fahrzeugkollektiv wurde eine Verkehrsbelastung gemäß RVS 03.08.68 [45] bzw. RVS 03.08.69 [46] angesetzt (Tabelle 10).

Tabelle 10: Achslastklasse und zugeordnete Häufigkeit [45]

Fahrzeuggruppen	2-Achser	3-Achser			4+-Achser						
Fahrzeugklassen	FK2-1	FK3-1	FK3-2	FK3-3	FK4-1	FK4-2	FK4-3	FK4-4	FK4-5	FK4-6	FK4-7
Häufigkeit [%]	100,00	23,34	32,49	44,17	2,65	11,82	3,08	12,69	3,60	5,79	60,37

Über die angestrebte Lebensdauer und das durchschnittliche tägliche Verkehrsaufkommen des Schwerverkehrs JD LTV wird die Anzahl an Achsübergängen prognostiziert, die innerhalb der definierten, theoretischen Lebensdauer zu erwarten ist (vorh N).

5.6.2.3 Ermüdungsnachweis

Für den Ermüdungsnachweis wird von der Hypothese nach Miner ausgegangen, der zufolge die bei unterschiedlichen Primärwirkungen ertragenen Lastwechsel berücksichtigt und zur Grenzlastwechselzahl akkumuliert werden:

$$\sum \text{MINER} = \frac{\text{vorh } N_a}{\text{zul } N_a} + \frac{\text{vorh } N_b}{\text{zul } N_b} + \frac{\text{vorh } N_c}{\text{zul } N_c} + \dots + \frac{\text{vorh } N_n}{\text{zul } N_n} = \sum \frac{\text{vorh } N_i}{\text{zul } N_i} \leq 1$$

Der Nachweis der Ermüdungsresistenz der Befestigung gilt als erfüllt, solange die Summe der Quotienten in dieser Gleichung kleiner bzw. gleich 1 ist.

5.6.2.4 Ermittlung der zulässigen Lastwechselzahl (zul N)

Der maßgebende Punkt für die Ermittlung der zulässigen Lastwechselzahl ist an der Unterseite der Betonschicht. Das Ermüdungsverhalten der Betonschicht wird simuliert durch das Ermüdungsverhalten einer Schicht, deren Miner-Summer am Ende der Betrachtungsperiode 1,0 ergibt. Somit ergibt sich für die Betonschicht folgende Ermüdungsfunktion:

$$\text{zulN} = \frac{SF}{F} \cdot a \cdot \epsilon^k$$

mit:

- zul N zulässige Lastwechselzahl bis zur Rissentstehung in der Betonschicht [-]
- a Materialkennwert, durch Regression bestimmt [-]
- ϵ elastische Anfangsdehnung (nach dem 100. Lastzyklus) [$\mu\text{m}/\text{m}$]
- k Materialkennwert, durch Regression bestimmt [-]
- SF Shiftfaktor, für den Spaltzug-Schwellversuch gilt SF = 1500 [-]
- F Sicherheitsbeiwert [-]

Damit können für jede berechnete Dehnung an der Unterseite der Betonschicht ertragbare zulässige Lastwechselzahlen (zul N) abgeleitet werden. Um für die Referenzvariante V1 (Beton ohne Überbauung) eine Miner-Summe von 1,0 zu erzielen, wurden die Materialkennwerte a und k der Ermüdungsfunktion mittels Fehlerquadratminimierung bestimmt.

5.6.2.5 Dicke des frostsicheren Oberbaus

Die Dicke des frostsicheren Oberbaus wurde in Anlehnung an die RVS 03.08.63 [1] mit 75 cm festgelegt.

5.6.2.6 Einganggröße Temperatur

Die für die untersuchten Befestigungsvarianten angenommene Verteilung der Straßentemperaturprofile entspricht der in den RVS 03.08.68 [45] für die Temperaturzone II (vgl. Abbildung 27) beschriebenen Temperaturperiodeneinteilung.

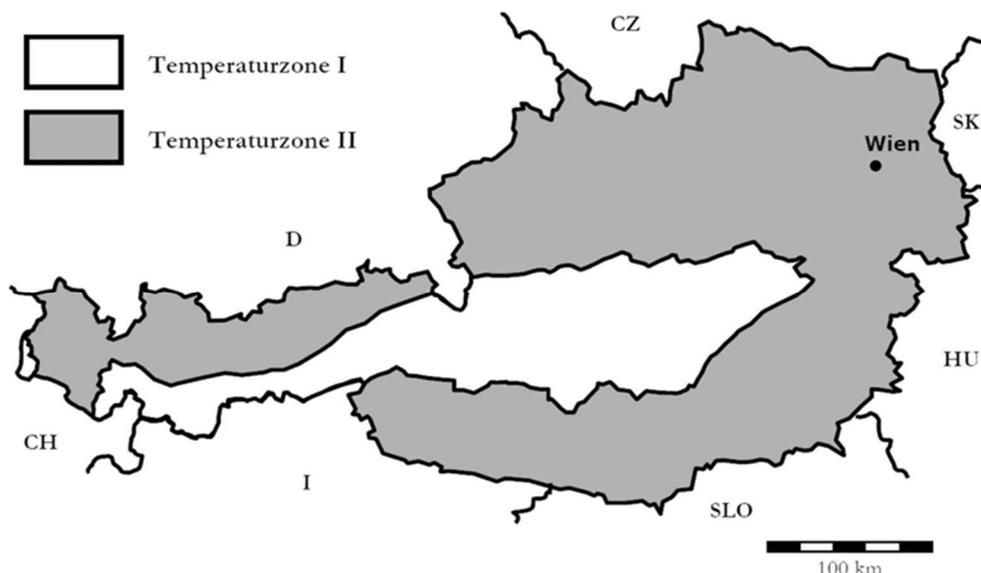


Abbildung 27: Temperaturzonen gemäß RVS 03.08.68 [45]

5.6.3 Untersuchte Oberbauvarianten

Es wurden Oberbauvarianten mit den Materialkennwerten aus der Deckschicht der Autobahn A2 (SMA 11 S2) und von im Labor hergestelltem SMA 11 S3 unter Variation der Deckschichtdicke untersucht (Abbildung 28).

Die Variante V1 entspricht der Betonbauweise ohne Überbauung mit einer Asphaltdeckschicht. Diese Variante gilt als Referenz für die Berechnungen der Varianten mit einer Asphaltdeckschicht-Überbauung. Daher wird für die Referenzvariante V1 eine Miner-Summe von 1,0 angesetzt, da angenommen wird, dass diese Standardoberbauvariante die Bemessungsperiode von 30 Jahren ohne Ermüdungsschaden überdauert.

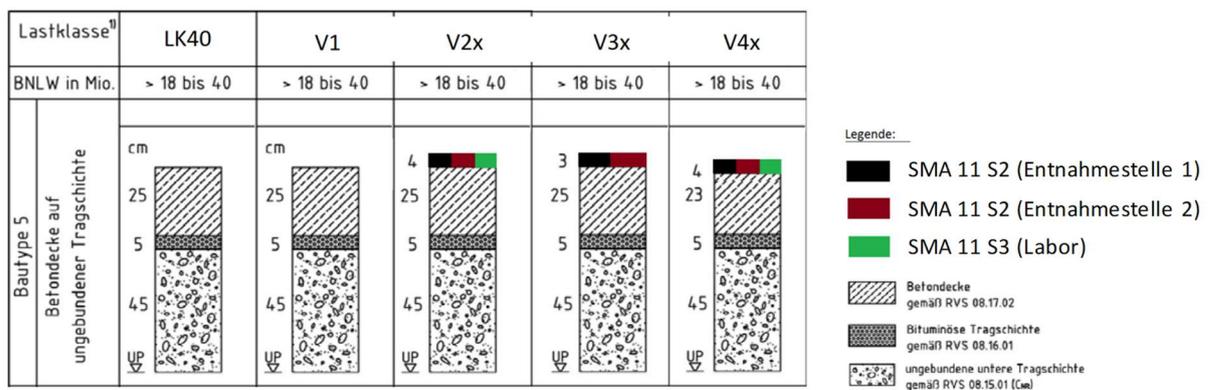


Abbildung 28: Untersuchte Oberbauvarianten mit SMA 11 S2 (Autobahn A2) und SMA 11 S3 (Labor)

Der Schichtenverbund innerhalb des gebundenen Oberbaus wird als vollständig angenommen.

5.6.4 Berechnungsergebnisse

Es resultieren die in der nachfolgenden Tabelle 11 angegebenen prozentualen Schädigungssummen.

Tabelle 11: Ergebnisse der rechnerischen Dimensionierung: Schädigungssummen nach Miner für den Ermüdungsnachweis der Oberbauvarianten für eine Bemessungsperiode von 30 Jahren

Oberbauvariante	Schädigungssumme nach Miner [-]		
	SMA 11 S2 (Entnahmestelle 1)	SMA 11 S2 (Entnahmestelle 2)	SMA 11 S3 (Labor)
V1 (Referenz)	1,0 (100%)		
V2x (4 auf 25)	31 %	33%	36 %
V3x (3 auf 25)	42 %	-	-
V4x (4 auf 23)	86 %	91 %	99%

Die Ergebnisse zeigen, dass der Einfluss der Dicke der Betondecke wesentlich größer als jener der Asphaltdeckschicht ist. Die angesetzte Dicke der Betonschicht wirkt sich daher maßgeblich auf die Schädigungssumme aus: Die Variante mit einer 4 cm dicken Asphaltauflage auf einer 25 cm dicken Betonschicht (V2x) zeigt gegenüber der Variante mit 23 cm Betonschichtdicke (V4x) eine rund 60% niedrigere (vorteilhafte) Schädigungssumme. Es sei angemerkt, dass diese prozentuale rechnerische Verbesserung ingenieurmäßig im Grundsatz nachvollziehbar ist, aber in dieser Ausprägung zumindest teilweise dem Rechenmodell geschuldet sein dürfte (die Mehrschichtentheorie ist für semi-flexible Mischbauweisen nur näherungsweise gültig) und daher nicht ohne Weiteres auf reale Verhältnisse übertragen werden kann.

Hingegen führt eine geringe Deckenstärke (3 cm SMA 11 S2 - Variante V3x) im Vergleich zu 4 cm SMA 11 S2 (Variante V2x) zu einer vergleichsweise höheren Schädigungssumme von 31 auf 42%. Die höhere Schädigungssumme bedeutet somit auch eine vergleichsweise geringere Lebensdauer, was als Eingangsgröße für die Lebenszyklusbetrachtung dient.

Weiterhin verdeutlichen die Ergebnisse, dass die unterschiedlichen Asphaltsteifigkeiten (SMA 11 S2 vs. SMA 11 S3) nur einen geringen Einfluss auf die Schädigungssumme haben.

Insgesamt betrachtet weisen alle Aufbauvarianten mit Asphalt auf Beton eine Miner-Summe < 1 auf. Damit ergibt sich auf Basis der Ergebnisse der rechnerischen Dimensionierung kein Nachteil für die Bauweise "Asphalt auf Beton" im Vergleich zur Standardbauweise (Beton).

Die im Rechenmodell angesetzte Betondeckendicke wirkt sich entscheidend auf die rechnerische Lebensdauer bei einer Überbauung aus. Weil das Rechenmodell (Mehrschichtentheorie für Mischbauweisen) nicht ohne Weiteres auf die Realität übertragen werden sollte, wird empfohlen, rechnerische Vorteile bezüglich einer Reduktion der Betondicke (Variante V4x) bautechnisch nicht ohne weitere Untersuchungen umzusetzen und stattdessen die rechnerischen Vorteile als Reserve zu nutzen und bei den Zustandsprognosemodellen über den Verkehrsbelastungskoeffizienten (VBI) zu berücksichtigen (siehe Kapitel 6.3.3). Daher werden im Rahmen der holistischen Lebenszyklusbetrachtung (siehe Kapitel 6) die Oberbauvarianten ohne Reduktion der Betondicke betrachtet, konkret 3 cm Asphaltüberbauung auf 25 cm Betondecke.

6 Holistische Lebenszyklusbewertung

6.1 Einleitung

Die Lebenszyklusanalyse oder genauer gesagt die Lebenszykluskostenanalyse ist ein weltweit verbreitetes Verfahren zur Beurteilung von Erhaltungsaktivitäten technischer Einrichtungen. Die Auswahl einer optimalen Erhaltungsstrategie unter vorgegebenen Randbedingungen ist das oberste Ziel einer solchen Untersuchung, wobei als Randbedingungen entweder monetäre (budgetäre) Restriktionen oder Anforderungen an den Zustand definiert werden können. Im Zusammenhang mit der Beurteilung und dem Vergleich von unterschiedlichen Oberbauvarianten hat sich die Lebenszykluskostenanalyse (englisch: LCC-analysis) als geeignetes Verfahren erwiesen, da neben den Erstinvestitionen auch die über die technische Nutzungsdauer notwendigen Instandhaltungs- und Instandsetzungsmaßnahmen sowie die Beurteilung des Restwertes berücksichtigt werden können. Sie liefert somit die Grundlage für die erforderlichen Empfehlungen und wird für den Vergleich der zu untersuchenden Oberbaualternativen herangezogen. Inhaltlich kann die Analyse in folgende Bereiche unterteilt werden:

- Bewertung des Straßenzustandes
- Prognose des Straßenzustandes
- Erhaltungsmaßnahmen innerhalb der Betrachtungs- bzw. Analyseperiode
- Kennzahlen und Kennwerte für den Vergleich

Im Rahmen des gegenständlichen Projektes wird die Lebenszykluskostenanalyse zunächst für die wirtschaftliche (monetäre) Beurteilung der Lösungen herangezogen, gefolgt von einer auf dem ermittelten Lebenszyklus basierenden einfachen Umweltbilanz unter Heranziehung des GWP (Global Warming Potentials), ausgedrückt über CO₂-Äquivalente.

6.2 Untersuchte Oberbauvarianten

Um die neuen Oberbaukonstruktionen im Rahmen der holistischen Lebenszyklusanalyse zu bewerten, erfolgt die Analyse im Rahmen eines Vergleichs von unterschiedlichen Oberbauvarianten, die unter Bezugnahme auf die RVS 03.08.63 [1] und die Ergebnisse der Oberbaudimensionierung in Kap. 5.6 festgelegt werden. Unter Bezugnahme auf das ASFINAG Planungshandbuch Straße [21] können die ausgewählten Oberbauvarianten wie folgt präzisiert werden:

- Standardaufbauten gem. RVS 03.08.63 [1] unter Heranziehung der Lastklasse LK42 (Asphalt) bzw. LK40 (Beton)³:
 - **Variante AS1-LK42 mit SMA S2**

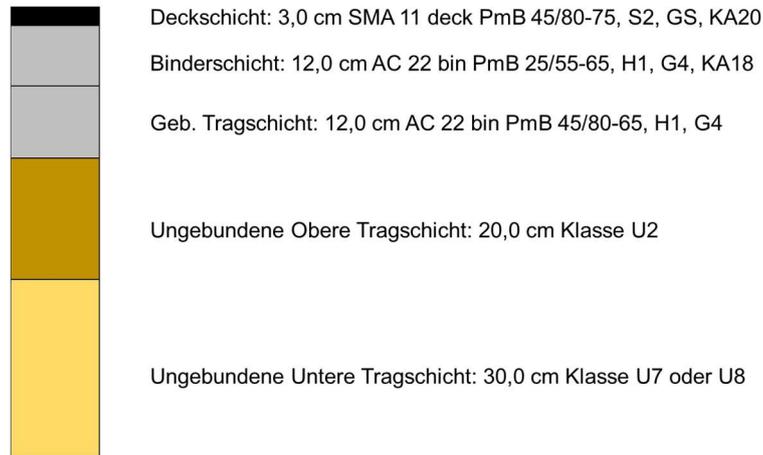


Abbildung 29: Variante AS1-LK42 mit SMA S2

- **Variante AS1-LK42 mit SMA S3 (lärmmindernd)**

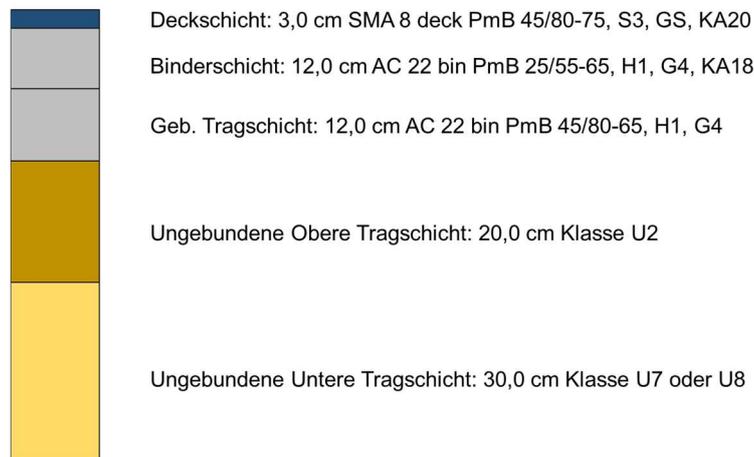
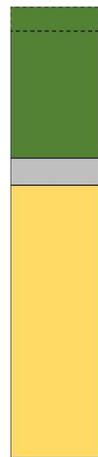


Abbildung 30: Variante AS1-LK42 mit SMA S3

³ Die ausgewählte Lastklassen LK40 (Beton) und LK42 (Asphalt) nach RVS 03.08.63 [1] sind die derzeit am häufigsten eingesetzten Lastklassen auf dem Netz der ASFINAG. Grundsätzlich hätten auch höhere oder geringere Lastklassen gewählt werden können, jedoch kann davon ausgegangen werden, dass die Analysen zu einem nahezu identischen Ergebnis führen.

○ **Variante BE1-LK40**



Betondecke: 25,0 cm (2-lagig)

- Oberbeton: 4 cm OB GK 8 mit Deckenzement CEM III/..S (DZ)
- Unterbeton: 21 cm UB GK 22 oder UB GK 32 mit Deckenzement CEM III/..S (DZ)

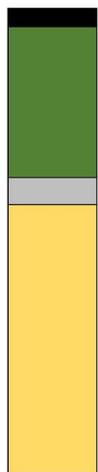
Geb. Tragschicht: 5,0 cm AC 16 trag 70/100, T3, G4

Ungebundene Untere Tragschicht: 45,0 cm Klasse U6 oder U7

Abbildung 31: Variante BE1-LK40

- Neue Oberbaukonstruktion - Betondecke gem. RVS 03.08.63 [1] mit Überbauung von 3 cm Asphalt: Die Betondecke wird einlagig mit der Qualität des Unterbetons errichtet und nicht als Waschbetonoberfläche ausgeführt. Die Anforderungen im Hinblick auf die Materialien und die Gestaltung entsprechen sowohl bei der Betondecke als auch bei der Asphaltdeckschicht den Vorgaben der RVS (siehe hierzu auch Kapitel 5.4).

○ **Variante BE1-LK40 mit SMA S2**



Deckschicht: 3,0 cm SMA 11 deck PmB 45/80-75, S2, GS, KA20

Betondecke: 25,0 cm (1-lagig)

- Unterbeton: 21 cm UB GK 22 oder UB GK 32 mit Deckenzement CEM III/..S (DZ)

Geb. Tragschicht: 5,0 cm AC 16 trag 70/100, T3, G4

Ungebundene Untere Tragschicht: 45,0 cm Klasse U6 oder U7

Abbildung 32: Variante BE1-LK40 mit SMA S2 (gem. Vorgaben Kapitel 5.4)

○ **Variante BE1-LK40 mit SMA S3 (lärmmindernd)**



Abbildung 33: Variante BE1-LK40 mit SMA S3 (lärmmindernd, gem. Vorgaben Kapitel 5.4)

6.3 Lebenszykluskostenanalyse Oberbauvarianten und Vergleich

6.3.1 Grundlagen der Analyse

Die Grundlage für die gegenständliche Untersuchung bildet eine Lebenszykluskostenanalyse unter Berücksichtigung von standardisierten Lebenszyklen, die von der ASFINAG im Rahmen des Erhaltungsmanagements derzeit angewendet werden. Die wesentlichen Grundlagen hierfür können hier wie folgt zusammengefasst werden:

- Oberbaurichtlinie RVS 03.08.63 [1]
- Handbuch Pavement Management in Österreich 2016 [17]
- Bewertung Straßenoberbau auf der Grundlage von standardisierten Lebenszyklen - Standard-Life-Cycle-Assessment (S-LCA) [20]

Es sei an dieser Stelle angemerkt, dass während der Projektbearbeitungszeit einige Änderungen im Rahmen der Bewertungen seitens der ASFINAG durchgeführt wurden (z.B. Übernahme des Zustandsindikators „Bewertetes Längsprofil“). Da zum Zeitpunkt der gegenständlichen Analysen diese Verfahrensänderung noch nicht umfassend dokumentiert bzw. abgeschlossen gewesen sind, erfolgte die Bewertung ausschließlich unter Bezugnahme auf die oben aufgelisteten Grundlagen. Da es sich hier ausschließlich um einen relativen Vergleich handelt, führen diese Adaptierungen zu keiner Änderung des Ergebnisses.

6.3.2 Bewertung des Straßenzustandes - Zustandsindikatoren

Die Bewertung des Straßenzustandes ist ein wesentlicher und entscheidender Baustein der Lebenszyklusanalyse, die für die Beurteilung der Wirtschaftlichkeit herangezogen wird. Dabei wird unter Anwendung von auf die Einzelmerkmale bezogenen Verhaltensfunktionen zu jedem bestimmten Zeitpunkt während der Analyseperiode die Bewertung der Einzelmerkmale sowie die Berechnung der Teilwerte und des Gesamtwertes vorgenommen. Die Ermittlung der Teilwerte und folglich des Gesamtwertes kann unter dem Begriff „Wertsynthese“ zusammengefasst werden und besteht aus folgenden Einzelschritten [17]:

- Normierung (Transformation): Die in der Regel dimensionsbehafteten Zustandsgrößen werden in eine dimensionslose Kennzahl – den Zustandswert – transformiert. Diese Transformation erfolgt durch die Anwendung von auf die Einzelmerkmale bezogenen Normierungsfunktionen.
- Teilwertermittlung: Die einzelnen Zustandswerte werden in Abhängigkeit von ihrer Bedeutung und ihren Eigenschaften über Gewichtungs- und Verknüpfungsvorschriften zu Teilwerten zusammengefasst.
- Gesamtwermittlung: Die beiden Teilwerte werden in Abhängigkeit von ihrer Bedeutung und ihren Eigenschaften über Gewichtungs- und Verknüpfungsvorschriften zum Gesamtwert zusammengefasst.

Die Transformation der Zustandsgrößen in die Zustandswerte (Normierung), die Berechnung der Teilwerte sowie die Berechnung des Gesamtwertes erfolgt für die gegenständliche Untersuchung, wie bereits beschrieben, auf der Grundlage des „Handbuches Pavement Management in Österreich 2016“ [17]. Für die Beurteilung des Lebenszyklus werden dabei folgenden Indikatoren herangezogen:

- Gebrauchswert zur Beschreibung der Eigenschaften des Straßenoberfläche mit:
 - Gebrauchswert Sicherheit
 - Gebrauchswert Fahrkomfort
 - Gebrauchswert Gesamt
- Substanzwert zur Beschreibung der strukturellen Eigenschaften/Tragfähigkeit des Oberbaus mit:
 - Substanzwert Decke
 - Substanzwert Tragfähigkeit
 - Substanzwert Gesamt

Die nachfolgenden Abbildungen (Abbildung 34 und Abbildung 35) zeigen schematisch das Verfahren zur Bewertung des Straßenzustandes auf dem ASFINAG-Netz für Asphalt- und für Betonbefestigungen. In den beiden Abbildungen ist auch ersichtlich, dass neben den fünf unabhängigen Zustandsmerkmalen Griffigkeit, Spurrinnen, Längsebenheit, Oberflächenschäden und Risse auch bestimmte Kennzahlen und Kennwerte des Oberbaus berücksichtigt werden, die direkt aus den Aufbaudaten der jeweiligen Varianten abgeleitet bzw. errechnet werden können. Weitere Details können, wie bereits erwähnt, der aktuellen Version des „Handbuches Pavement Management in Österreich 2016“ [17] entnommen werden.

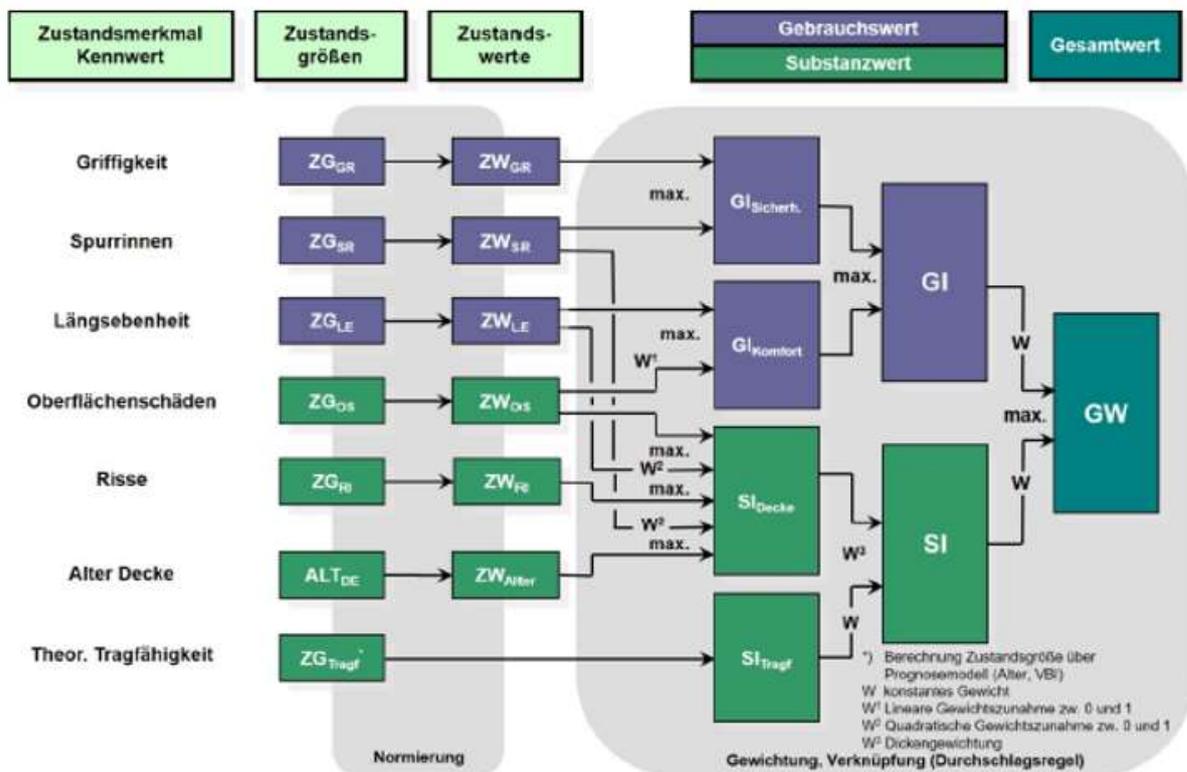


Abbildung 34: Bildung von Teilwerten und des Gesamtwertes für Asphaltbefestigungen [17]

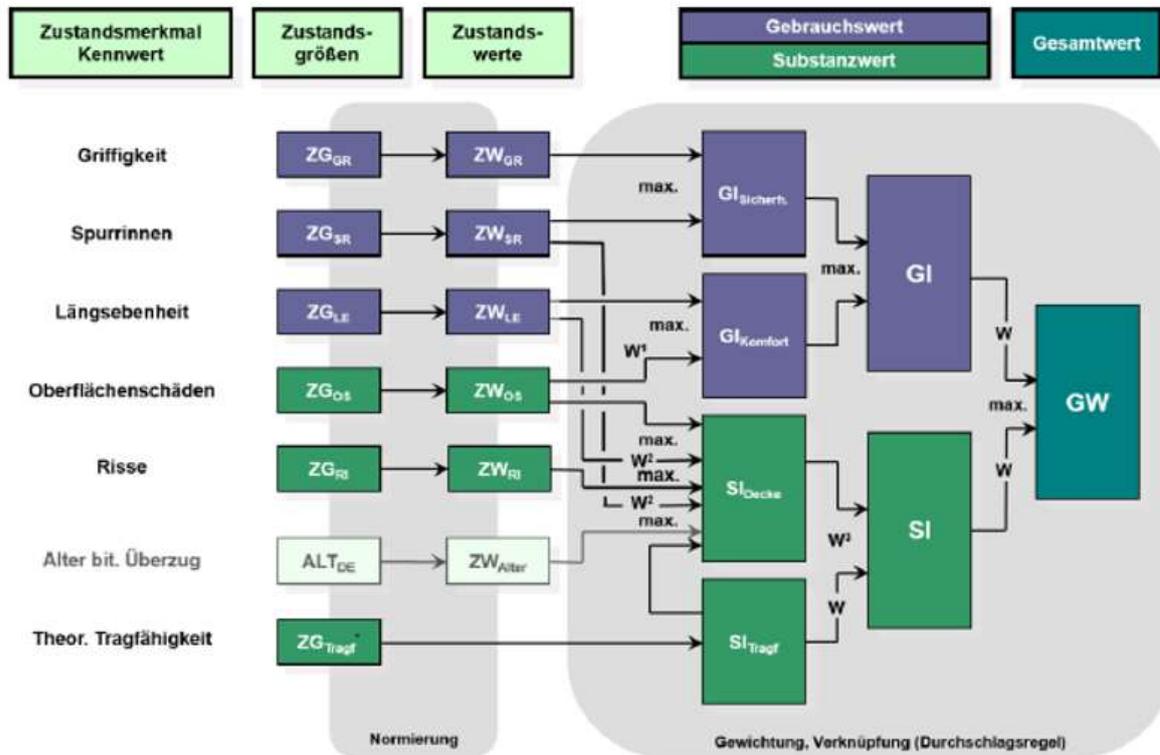


Abbildung 35: Bildung von Teilwerten und des Gesamtwertes für Betonbefestigungen [17]

6.3.3 Prognose des Straßenzustandes

Im Rahmen der Lebenszyklusanalyse ist es erforderlich, die Veränderungen des Straßenzustandes während der Analyseperiode bzw. Untersuchungsperiode zu prognostizieren und die Wirkungen der angesetzten Erhaltungsmaßnahmen auf Basis des ausgewählten Standardlebenszyklus zu bewerten. Dazu werden in der Regel sogenannte deterministische Zustandsprognosemodelle (Verhaltensfunktionen) herangezogen, die für jedes Zustandsmerkmal in Abhängigkeit von bestimmten erklärenden Variablen (Zeit, Schwerverkehrsbelastung, etc.) einen Zustandsverlauf berechnen. Die Zustandsprognose erfolgte dabei individuell für jedes einzelne Zustandsmerkmal auf dem hauptbelasteten Fahrstreifen.

Um die Wirkungen der Asphaltüberbauung als „Reserve“ in den Prognosemodellen zu berücksichtigen, ist der Verkehrsbelastungskoeffizient VBI die maßgebende Stellgröße. Der VBI als Verhältniszahl zwischen zulässiger Anzahl an Normlastwechsel des Oberbaus und vorhandener Anzahl an Normlastwechsel aus der Verkehrsbelastung (innerhalb der Bemessungsperiode) ermöglicht eine Veränderung der Modelle im Hinblick auf eine höhere technische Nutzungsdauer (Details siehe hierzu „Handbuch Pavement Management in

Österreich 2016“ [17]) und somit eine Aktivierung dieser Reserve in der Lebenszyklusanalyse. Durch die Asphaltüberbauung wird die zulässige Anzahl der Normlastwechsel theoretisch erhöht (siehe hierzu Kapitel 5.6), was auch über die österreichische Tragfähigkeitszahl ausgedrückt werden kann. Die in der Regel für flexible und halb-starre Befestigungen ausgelegte Methode wurde deshalb auf die KOMBAS-Bauweise erweitert. Der tragenden Betondecke wird dabei in Anlehnung an die Schichtkoeffizienten und die Methodik der österreichischen Tragfähigkeitszahl (siehe hierzu „Handbuch Pavement Management in Österreich 2016“ [17]) ein Schichtkoeffizient von $a_{\text{Beton}} = 0,42$ zugeordnet, der über die zulässigen Lastwechsel für die Bauweisen BE1 und BE2 zurückgerechnet werden konnte. Mit dieser Annahme ergeben sich somit für Betondecken ohne Überbauung in etwa die nach RVS 03.08.63 [1] zulässigen Lastwechsel für die Bauweisen BE1 und BE2 (LK21 bis LK89, LK 189 ergibt mit 142 Mio. NLW etwas weniger NLW als der geforderte Maximalwert).

Die Erhöhung der zulässigen Tragfähigkeit der KOMBAS Bauweise erfolgt durch die Modellierung des Einflusses der Asphaltdeckschicht an der österreichischen Tragfähigkeitszahl (siehe hierzu „Handbuch Pavement Management in Österreich 2016“ [17]) unter Heranziehung der Ergebnisse des Kapitels 5.6.4. Um die Schichtkoeffizienten für Deckschichten aus Asphalt entsprechend den Vorgaben im PMS-Handbuch verwenden zu können, wird der Deckschichtanteil an der Tragfähigkeitszahl mit einem Reduktionsfaktor versehen, der über die errechnete Schädigungsrate nach Miner (siehe Tabelle 11, Kapitel 5.6.4.) abgeschätzt werden konnte und in Abhängigkeit von der Dicke der Betondecke definiert ist. Der Anteil der Asphaltdeckschicht an der Tragfähigkeitszahl für die KOMBAS-Bauweise ergibt sich dabei wie folgt:

$$\text{AntTZ}_{DS} = D_{DS} \cdot a_{DS} \cdot \text{RF}_{DS,KOMB}$$

mit:

AntTZ_{DS}..... Anteil Tragfähigkeitszahl der Asphaltdeckschicht auf Betondecke

D_{DS}..... Dicke Asphaltdeckschicht [cm]

a_{DS} Schichtkoeffizient Betondecke aus Rückrechnung nach RVS 03.08.63

RF_{DS,KOMB} Reduktionsfaktor Deckschicht kombinierte Bauweise

RF_{DS,KOMB}=0,92 für D_{Betondecke} ≥ 25 cm

RF_{DS,KOMB}=0,63 für D_{Betondecke} ≤ 23 cm

Sämtliche weiterführende Funktionen zur Berechnung der österreichischen Tragfähigkeitszahl bleiben unverändert und entsprechen den Festlegungen nach „Handbuch Pavement Management in Österreich 2016“ [17].

Werden die entsprechenden Werte für die Standardaufbauten nach RVS 03.08.63 [1] sowie die in Kapitel 5.6.4 verwendeten Dicken der Asphaltdeckschicht in den Berechnungsalgorithmus eingesetzt, ergeben sich in etwa die ermittelten Schädigungsraten nach Miner. Bei einer 25 cm Betondecke mit einer 3 cm SMA S2 Asphaltdeckschicht liefert die Berechnung einen Wert von ca. 100 Mio. zulässigen Normlastwechsel für diesen Oberbau und somit im Vergleich zur nicht überbauten Betondecke von 25 cm mit max. 40 Mio. NLW einen 2,5-fachen höheren NLW-Wert. Die Schädigung beträgt daher 40% ($=\frac{1}{2,5}$; vgl. hierzu Tabelle 11).

Es sei jedoch an dieser Stelle explizit erwähnt, dass der VBI nur eine von mehreren Einflussgrößen bei den Zustandsprognosemodellen darstellt und dass andere Faktoren wesentlich rascher zu einer Schädigung des Oberbaus führen (z.B. Alterung) und somit auch zu notwendigen Erhaltungsmaßnahmen. Aus diesem Grund müssen alle Merkmale und alle Einflussfaktoren in der Lebenszyklusanalyse berücksichtigt werden.

Für die Durchführung der Lebenszyklusanalyse im gegenständlichen Projekt wurden ebenfalls die im „Handbuch Pavement Management in Österreich 2016“ [17] aufgelisteten und beschriebenen Zustandsprognosemodelle herangezogen. Aus Gründen der Vollständigkeit werden die für das Projekt maßgebenden deterministischen Zustandsprognosemodell nachfolgend kurz beschrieben:

Zustandsprognosemodelle Risse

Die nachfolgende Funktion beschreibt das Zustandsprognosemodell Risse:

$$ZG_{RI,t+1} = ZG_{RI,t} \cdot \max[1,002; (1 + A + B \cdot VBI + C \cdot \text{Alter}_{\text{Decke},t} + D \cdot \text{JDTLV}_t + E \cdot ZG_{RI,t})] + F \cdot \frac{FI}{10000}$$

$ZG_{RI,t+1}$ Zustandsgröße Risse zum Zeitpunkt t+1 [%]

$ZG_{RI,t}$ Zustandsgröße Risse zum Zeitpunkt t [%]

$\text{Alter}_{\text{Decke},t}$. Alter der Decke zum Zeitpunkt t

VBI Verkehrsbelastungskoeffizient

FI Frostindex [Kh]

A, B, C Modellparameter

D, E, F Modellparameter

Die nachfolgende Tabelle 11 enthält die Modellparameter in Abhängigkeit von Bautyp und Deckschichtmaterial:

Tabelle 12: Modellparameter Risse [17]

Bautype	VBI	Material der Schicht	A	B	C	D	E	F
AS1 bis AS4	>1,75	AC deck	0,09	-0,008	0,0003	0,00001	-0,01	0,05
		SMA S1, SMA S2	0,1	-0,008	0,0003	0,00001	-0,01	0,028
		SMA S3	0,17	-0,008	0,0003	0,00001	-0,01	0,02
	≤1,75	AC deck	0,1	-0,008	0,0003	0,00001	-0,01	0,05
		SMA S1, SMA S2	0,1	-0,008	0,0003	0,000013	-0,01	0,035
		SMA S3	0,07	-0,008	0,0003	0,00001	-0,01	0,04
BE1, BE2	alle	Beton	0,1	-0,008	0,0003	0,00002	-0,01	0,01

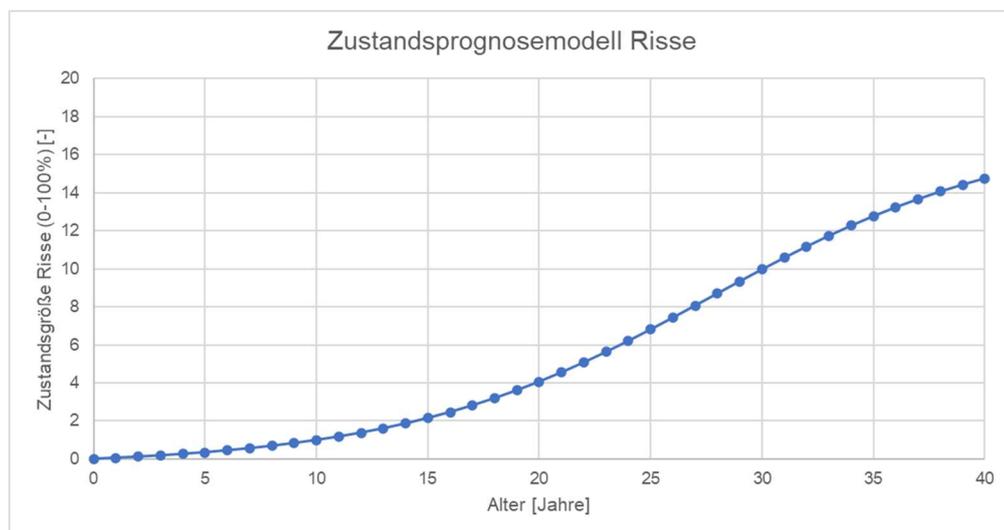


Abbildung 36: Zustandsprognosemodell Risse
(SMA S2, VBI=1,0, JDTLV=4000 LKW/24h, FI=19000) [17]

Zustandsprognosemodelle Oberflächenschäden

Die nachfolgende Funktion beschreibt das Zustandsprognosemodell Oberflächenschäden:

$$ZG_{OS,t+1} = ZG_{OS,t} + (A \cdot ZG_{OS,t}) \cdot \text{Alter}_{\text{Decke},t} + B \cdot \text{NLW}_{\text{jährl},t} + C \cdot \frac{FI}{10000}$$

$ZG_{OS,t+1}$ Zustandsgröße Oberflächenschäden zum Zeitpunkt t+1 [%]

$ZG_{OS,t}$ Zustandsgröße Oberflächenschäden zum Zeitpunkt t [%]

$\text{Alter}_{\text{Decke},t}$. Alter der Decke zum Zeitpunkt t

$\text{NLW}_{\text{jährl},t}$... Normlastwechsel jährlich zum Zeitpunkt t in Mio.

FI Frostindex [Kh]
A, B, C Modellparameter

Die nachfolgende Tabelle enthält die Modellparameter in Abhängigkeit von Bautyp und Deckschichtmaterial. Aufgrund des höheren Hohlraumgehaltes der Deckschicht bei der KOMBAS-Bauweise, wird der Modellparameter B aus Gründen der Sicherheit um 10% erhöht:

Tabelle 13: Modellparameter Oberflächenschäden [17]

Bautype	Material der Schicht	A	B	C
AS1 bis AS4	AC deck	0,005	0,05	0,0001
	SMA S1, SMA S2	0,01	0,029	0,0001
	SMA S3	0,013	0,027	0,0001
BE1, BE2	Beton	0,01	0,036	0,0001

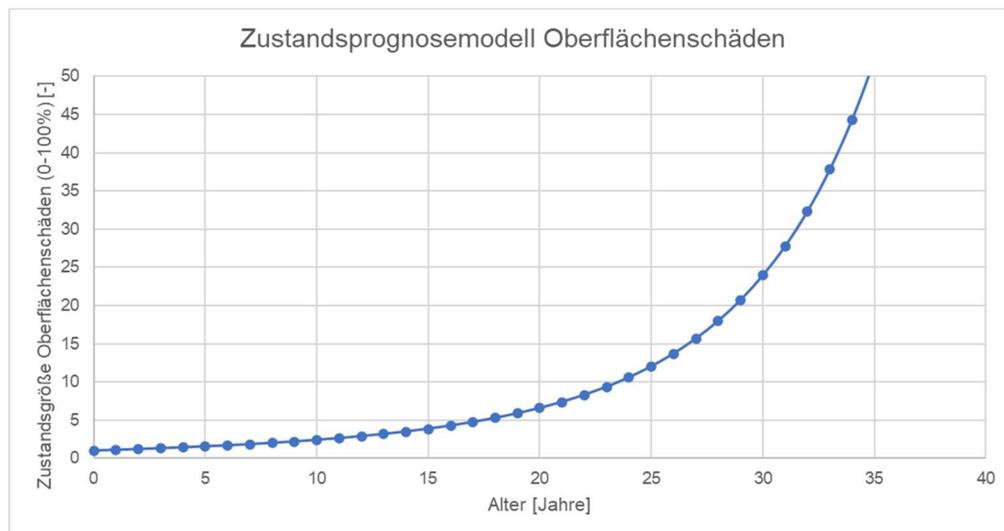


Abbildung 37: Zustandsprognosemodell Oberflächenschäden (SMA S2, VBI=1,0, JDTLV=4000 LKW/24h, FI=19000) [17]

Zustandsprognosemodelle Spurrinnen

Die nachfolgende Funktion beschreibt das Zustandsprognosemodell Spurrinnen:

$$ZG_{SR,t+1} = ZG_{SR,t} + \frac{A}{\text{Alter}_{\text{Decke,t}}} + B \cdot NLW_{\text{jährl,t}} + C \cdot LNF$$

$ZG_{SR,t+1}$ Zustandsgröße Spurrinnentiefe zum Zeitpunkt t+1 [%]

$ZG_{SR,t}$ Zustandsgröße Spurrinnentiefe zum Zeitpunkt t [%]

$\text{Alter}_{\text{Decke,t}}$. Alter der Decke zum Zeitpunkt t

$NLW_{\text{jährl,t}}$... Normlastwechsel jährlich zum Zeitpunkt t in Mio.

LNF Längsneigungsfaktor [Kh]

A, B, C Modellparameter

Die nachfolgende Tabelle enthält die Modellparameter in Abhängigkeit von Bautyp und Deckschichtmaterial:

Tabelle 14: Modellparameter Spurrinnen [17]

Bautype	JDTLV	Material der Schicht	A	B	C
AS1 bis AS4	>4427	AC deck	1,451	0,131	0,039
		SMA S1, SMA S2	1,025	0,08	0,094
		SMA S3	1,4	0,12	0,079
	≤4427	AC deck	1,195	0,131	0,039
		SMA S1, SMA S2	1,186	0,134	0,094
		SMA S3	1,364	0,041	0,079
BE1, BE2		Beton	0,6	0,08	0,07

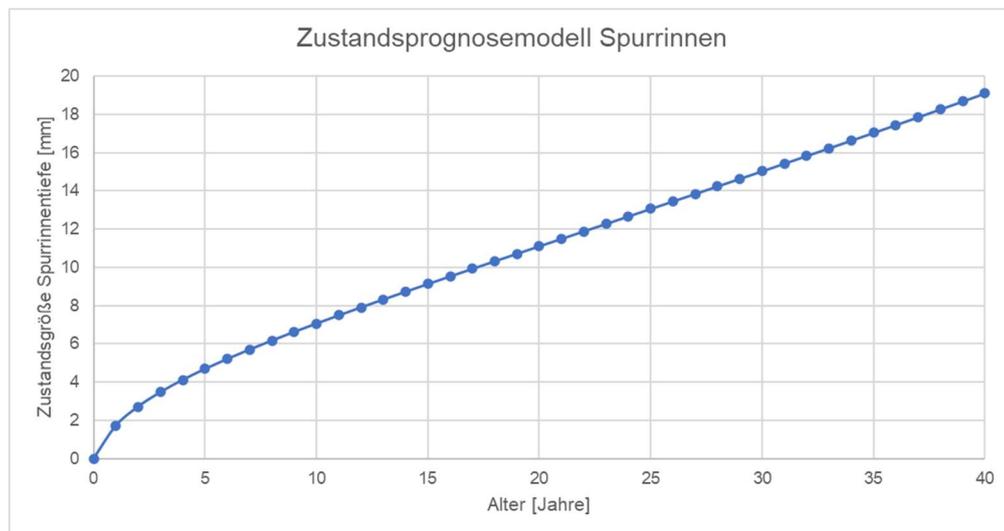


Abbildung 38: Zustandsprognosemodell Spurrinnen
(AC deck, VBI=1,0, JDTLV=4000 LKW/24h, FI=19000, LNF=1) [17]

Verhaltensfunktion Längsebenheit

Die Verhaltensfunktion Längsebenheit wird ebenfalls über das Alter der Decke und die kumulierten Normlastwechsel definiert. Das Modell kann der nachfolgenden Funktion bzw. Abbildung entnommen werden [17].

$$ZG_{LE,t} = KV_{LE} + \left(a \cdot \text{Alter}_{\text{Decke},t} + \frac{b \cdot NLW_{\text{kum},t}}{100000} \right)$$

ZG_{LE,t} Zustandsgröße Längsebenheit (IRI) zum Zeitpunkt t [m/km]

- Alter_{Decke,t} . Alter der Decke zum Zeitpunkt t
- KV_{LE}..... Kalibrierfaktor Längsebenheit
- NLW_{kum,t}... kumulierte Lastwechsel zum Zeitpunkt t
- a, b..... Modellparameter

Da es sich bei der Kalibrierung um die Anwendung eines Verschiebungsvektors handelt, gibt es für diesen Wert keine entsprechenden Einschränkungen oder Grenzwerte. Für die Verhaltensfunktion Längsebenheit werden folgende Modellparameter herangezogen:

Tabelle 15: Modellparameter Verhaltensfunktion Längsebenheit [17]

Erhaltungsbautype nach [17]	Modellparameter a	Modellparameter b
AS_N, AS_V	0,0603	0,0032
AS_N_DD, AS_V_DD, AS_D, AS_D_DD	0,0770	0,0032
BE_N	0,0437	0,0032
BE_N_D	0,0687	0,0032
BE_D_D	0,0603	0,0032

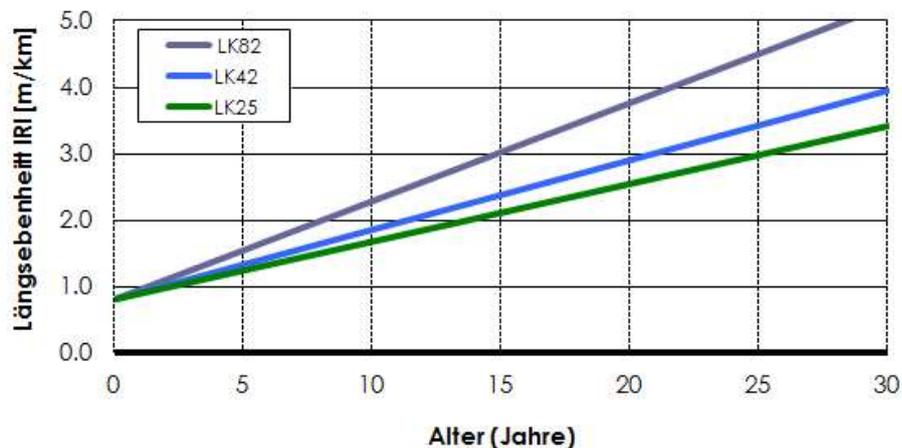


Abbildung 39: Verhaltensfunktion Längsebenheit AS_N [17]

Verhaltensfunktion Griffigkeit

Die Verhaltensfunktion Griffigkeit ist ein relatives Modell, dessen Werte in Abhängigkeit vom letzten Wert unter Anwendung der Modellparameter berechnet werden. Das Modell kann der nachfolgenden Funktion bzw. Abbildung entnommen werden.

$$ZG_{GR,t} = ZG_{GR,t-1} - a$$

Z_{GR,t}..... Zustandsgröße Griffigkeit zum Zeitpunkt t [-]

Z_{GR,t-1}..... Zustandsgröße Griffigkeit zum Zeitpunkt t-1 [-]

a..... Modellparameter

Tabelle 16: Modellparameter Verhaltensfunktion Griffigkeit [17]

Erhaltungsbautype nach [17]	Modellparameter a
für alle Bautypen	0,0018

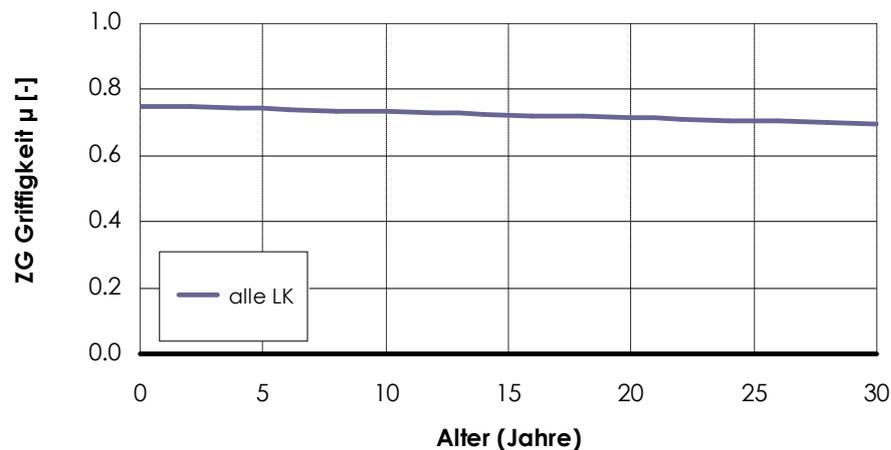


Abbildung 40: Verhaltensfunktion Griffigkeit Bautype AS_N (Bundesstraßen) [17]

6.3.4 Erhaltungsmaßnahmen

Die Ausgangssituation für die Lebenszykluskostenanalyse ist ein neu errichteter Oberbau (inkl. der gebundenen Tragschichten) entsprechend den ausgewählten Varianten, die im Kapitel 6.3.1 im Detail beschrieben sind. Ausgehend von der ausgewählten Lösung bzw. Variante werden in Abhängigkeit von der Entwicklung des Zustandes unterschiedliche, technisch mögliche Erhaltungsmaßnahmen im Lebenszyklus angesetzt, deren Abfolge auf der Grundlage der von der ASFINAG standardisierten Lebenszyklen (siehe hierzu [20]) erfolgt.

Die Zuordnung von Erhaltungsmaßnahmen erfolgt individuell in Abhängigkeit von der Entwicklung des Straßenzustandes. Als Grundlage hierfür dient wiederum das Handbuch Pavement Management in Österreich [17], wobei folgende Erhaltungsmaßnahmen als mögliche Lösungen angesetzt werden:

- Instandhaltungsmaßnahmen:

- Instandhaltung Asphaltdecke (H_AS): Pauschale für Risse vergießen, Beseitigung lokaler Unebenheiten, Schlaglochanierung, etc.
- Instandhaltung Betondecke (H_BET): Pauschale für kleinflächige Betondeckensanierungen sowie für die Pflege der Betondeckenfugen
- Instandsetzungsmaßnahmen Asphaltbauweise
 - Erneuerung Deckschicht (I_DE): Fräsen der alten Deckschicht und Einbau einer neuen Deckschicht mit gleichem Material
 - Erneuerung Decke und Binder (I_DEBI): Fräsen der alten Deck- und Binderschicht und Einbau einer neuen Deck- und Binderschicht mit gleichem Material
 - Erneuerung der Deckschicht sowie der darunter liegenden Binderschicht und eines Teils der gebundenen Tragschicht (I_VT). Hierbei handelt es sich um eine strukturelle Verstärkungsmaßnahme.
- Instandsetzungsmaßnahmen Betondecke
 - Umfangreiche Betonplattenauswechslung (I_BEPL): Auswechslung einzelner geschädigter Betonplatten (normaler Straßenbaubeton)
- Instandsetzungsmaßnahmen Asphaltdeckschicht auf Betondecke
 - Erneuerung Deckschicht auf Betondecke (I_BEDE): Fräsen der alten Deckschicht und Einbau einer neuen Deckschicht mit gleichem Material sowie Vorbereitung der Betondeckenoberfläche und Schneiden der Fugen in der Asphaltdeckschicht, ggf. Ersatz von geschädigten Betonplatten vor der Errichtung der neuen Asphaltdeckschicht

Der Zeitpunkt für das Durchführen der Erhaltungsmaßnahme richtet sich nach der Entwicklung des prognostizierten Zustandes. In diesem Zusammenhang wird davon ausgegangen, dass beim Erreichen eines maßgebenden Zustandswertes von 3,5 die Erhaltungsmaßnahme durchgeführt wird.

Die Durchführung einer Erhaltungsmaßnahme hat Auswirkungen auf die Zustandsgröße bzw. den Zustandswert eines oder mehrerer Zustandsmerkmale. Diese Verbesserung des Straßenzustandes wird bei der Analyse in Form von Rücksetzwerten berücksichtigt. Die Rücksetzwerte können entweder auf den Zustand vor der Durchführung einer Erhaltungsmaßnahme bezogen werden (Angabe in absoluten Werten oder Verbesserung um einen bestimmten Prozentsatz) oder unabhängig davon als Zustandsniveau nach der

Maßnahme angegeben werden. In den meisten Fällen kann davon ausgegangen werden, dass nach dem Durchführen einer Erhaltungsmaßnahme keine Schäden feststellbar sind und daher die Zustandsgrößen auch einer Nebausituation entsprechen.

Bei den Zustandsmerkmalen der Ebenheit sowie bei der Griffigkeit erfolgt die Festlegung der Rücksetzwerte anhand einer statistischen Kenngröße, die jenen Zustand repräsentiert, der im Mittel durch die Instandsetzungs- bzw. Erneuerungsmaßnahme erreicht wird. Diese notwendigen Eingangsgrößen konnten für das gegenständliche Projekt dem Handbuch Pavement Management in Österreich 2016 [17] entnommen werden. Die Anwendung der Rücksetzwerte erfolgt in Abhängigkeit vom Zustandsmerkmal für jede im Rahmen des Maßnahmenkatalogs aufgelistete und für eine bestimmte standardisierte Maßnahmenstrategie angesetzte Erhaltungsmaßnahme.

6.3.5 Standardisierte Lebenszyklen

Von wesentlicher Bedeutung ist natürlich auch die Abfolge der Instandsetzungsmaßnahmen bzw. der Erneuerung des Oberbaus nach der geplanten Verstärkungsmaßnahme. Dabei wird für die Bewertung von einem standardisierten Lebenszyklus ausgegangen, wo die Reihenfolgen der Nachfolgemeasures fixiert ist, jedoch der Zeitpunkt in Abhängigkeit von der Entwicklung des Zustandes gewählt wird. Als Grenzwerte für die Anwendung von Erhaltungsmaßnahmen wird die Überschreitung des Warnwertes (Gebrauchswert, Substanzwert oder Gesamtwert) definiert. Die Grundlage für diese Standardlebenszyklen kann, wie bereits mehrfach beschrieben, dem Dokument „Bewertung Straßenoberbau auf der Grundlage von standardisierten Lebenszyklen - Standard-Life-Cycle-Assessment (S-LCA)“ [20] entnommen werden. Aus Gründen der Vollständigkeit sind diese Standardlebenszyklen für die Standardaufbauten nachfolgend auch dargestellt.

Da die Standardlebenszyklen grundsätzlich für alle ASFINAG-relevanten Lastklassen gelten, können sich bei einer detaillierten Prognose des Zustandes gewisse Abweichungen ergeben. Vor allem der große Wertebereiche der zulässigen Lastwechsel einer Lastklasse kann hier zu früheren oder späteren Zeitpunkten für Erhaltungsmaßnahmen führen (siehe hierzu auch Toleranzen in den Erhaltungsintervallen).

Die nachfolgenden Kapitel geben einen detaillierten Überblick über die im Kapitel 6.2 vorgestellten Oberbauvarianten und die entsprechend zugeordneten Maßnahmenabfolgen.

6.3.5.1 Oberbauvariante AS1-LK42 mit SMA S2

Wie in Abbildung 41 dargestellt, weist der standardisierte Lebenszyklus für einen solchen Straßenoberbau in Asphaltbauweise drei maßgebende Erhaltungsintervalle auf. Der Standardlebenszyklus für diese Bauweise erlaubt grundsätzlich auch die Durchführung einer Deckschichterneuerung ohne Erneuerung der Binderschicht als erste Erhaltungsmaßnahme. Da sich im gegenständlichen Fall die angenommene Verkehrsbelastung an die Obergrenze der ausgewählten Lastklasse anlehnt ($VBI = 1,0$), wird bei der ersten Erhaltungsmaßnahme auch eine Erneuerung der Binderschicht angesetzt. Gekennzeichnet wird dieser Lebenszyklus durch folgende Instandsetzungsmaßnahmenabfolge (siehe Abbildung 41):

- 1. Instandsetzung: Erneuerung der Deckschicht und der Binderschicht (I_DEBI)
- 2. Instandsetzung: Erneuerung der Deckschicht sowie der darunter liegenden Binderschicht und eines Teils der gebundenen Tragschicht (I_VT).

Die gesamte technische Nutzungsdauer dieser Variante wird im Durchschnitt nach [20] mit > 44 Jahren definiert. Unter Heranziehung der detaillierten Zustandsprognose sowie der Erneuerung der Binderschicht im Rahmen der ersten Erhaltungsmaßnahme ergibt sich ein Wert von 49 Jahren.

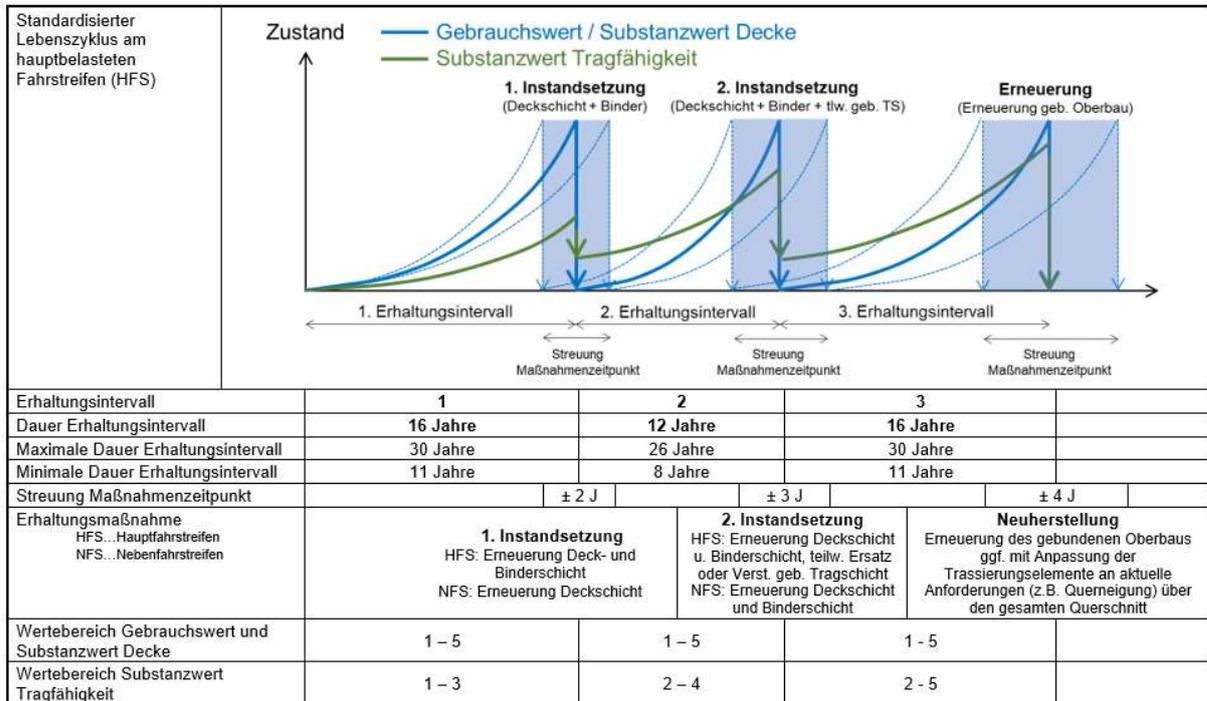


Abbildung 41: Standardisierter Lebenszyklus Straßenoberbau – Asphaltbauweise mit konventioneller Deckschicht (AC deck, SMA S1 und SMA S2) [20]

6.3.5.2 Oberbauvariante AS1-LK42 mit SMA S3

Der standardisierte Lebenszyklus für einen solchen Straßenoberbau in Asphaltbauweise weist drei maßgebende Erhaltungsintervalle auf. Gekennzeichnet wird dieser Lebenszyklus durch folgende Instandsetzungsmaßnahmenabfolge (siehe Abbildung 42):

- 1. Instandsetzung: Erneuerung der Deckschicht (I_DE)
- 2. Instandsetzung: Erneuerung der Deckschicht und der Binderschicht (I_DEBI)

Die gesamte technische Nutzungsdauer dieser Variante wird im Durchschnitt nach [20] mit > 36 Jahre definiert. Unter Heranziehung der detaillierten Zustandsprognose ergibt sich ein Wert von 40 Jahren.

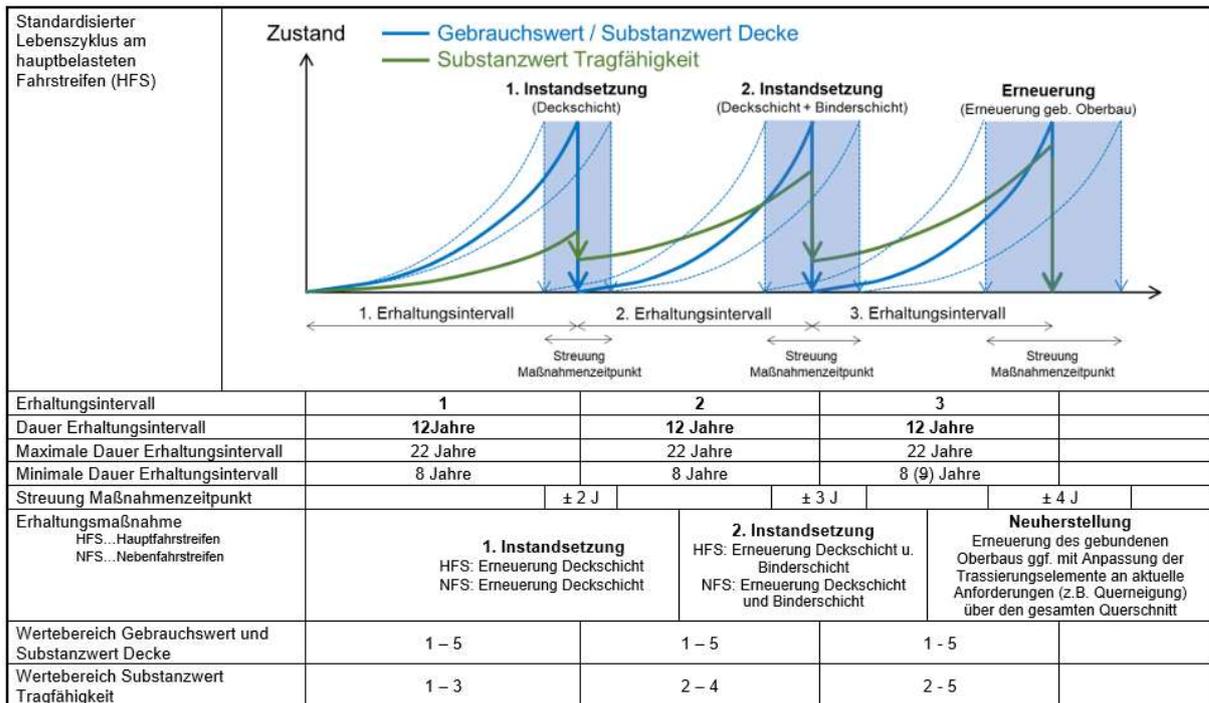


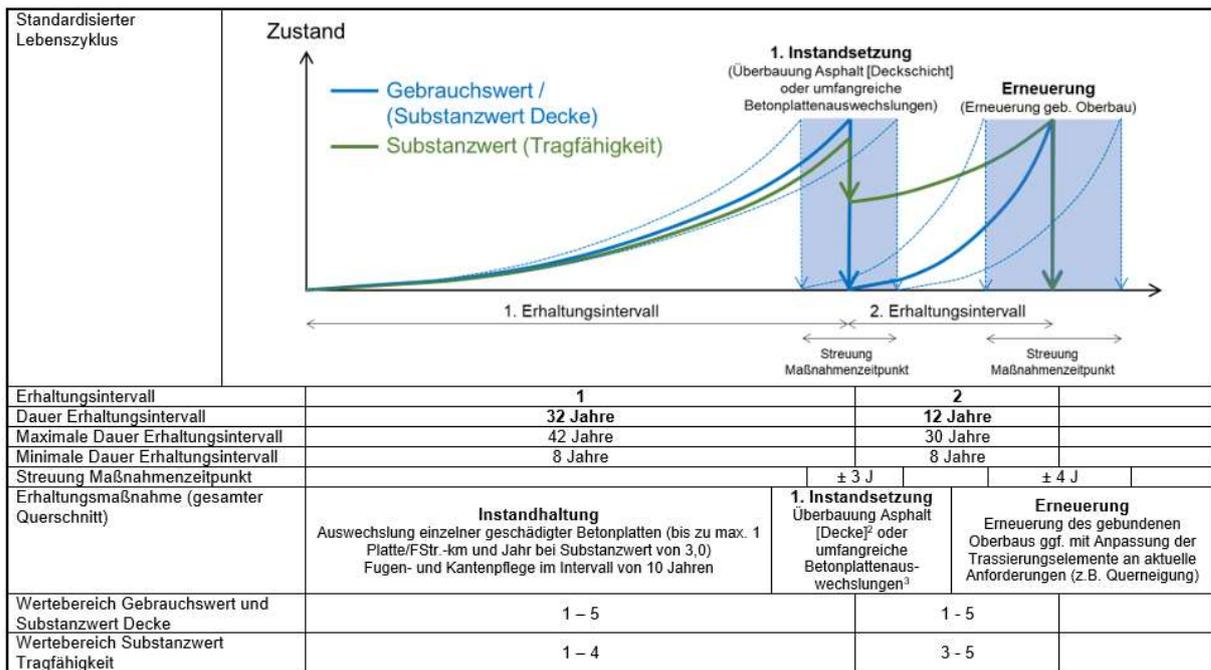
Abbildung 42: Standardisierter Lebenszyklus Straßenoberbau – Asphaltbauweise mit lärm-mindernder Deckschicht (SMA S3) [20]

6.3.5.3 Oberbauvariante BE1-LK40

Der standardisierte Lebenszyklus für einen solchen Straßenoberbau in Betonbauweise weist zwei maßgebende Erhaltungintervalle auf. Gekennzeichnet wird dieser Lebenszyklus durch folgende Instandsetzungsmaßnahme (siehe Abbildung 43):

- 1. Instandsetzung: Umfangreiche Betonplattenauswechslung (I_BEPL)

Die gesamte technische Nutzungsdauer dieser Variante wird im Durchschnitt nach [20] mit 44 Jahren definiert, wobei sich im Rahmen der praktischen Anwendung für die ausgewählte Lastklasse LK42 eine technische Nutzungsdauer von 40 Jahren ergab. Als Alternative für die 1. Instandsetzung wäre auch eine Überbauung mit Asphalt möglich. Da jedoch die KOMBAS-Varianten genau diese Lösung verfolgen, wird die Varianten mit den umfangreichen Betonplattenauswechslungen gewählt, sodass hier ausschließlich eine Betonoberfläche im Vergleich aufscheint.



² Überbauung mit dünner Asphaltdeckschicht bei erhöhten Anforderungen Lärm und/oder Problemen der Griffigkeit

³ Umfangreiche Betonplattenaustauschlungen und Sanierungen ab einem Wert von 1,5 Platten/FStr.-km (keine erhöhten Anforderungen an Lärm und gute Griffigkeit)

Abbildung 43: Standardisierter Lebenszyklus Straßenoberbau – Betonbauweise [20]

6.3.5.4 Oberbauvariante BE1-LK40 mit SMA S2

Der ausgewählte Lebenszyklus für den innovativen Straßenoberbau in Betonbauweise weist drei maßgebende Erhaltungintervalle auf, wobei davon ausgegangen wird, dass unter Heranziehung der Zustandsprognose die gesamte technische Nutzungsdauer 51 Jahre beträgt. Gekennzeichnet wird dieser Lebenszyklus durch folgende Instandsetzungsmaßnahmenabfolge:

- 1. Instandsetzung: Erneuerung Deckschicht auf Betondecke (I_BEDE)
- 2. Instandsetzung: Erneuerung Deckschicht auf Betondecke (I_BEDE)

6.3.5.5 Oberbauvariante BE1-LK40 mit SMA S3

Der ausgewählte Lebenszyklus für den innovativen Straßenoberbau in Betonbauweise weist vier maßgebende Erhaltungintervalle auf, wobei davon ausgegangen wird, dass unter Heranziehung der Zustandsprognose die gesamte technische Nutzungsdauer 51 Jahre beträgt. Gekennzeichnet wird dieser Lebenszyklus durch folgende Instandsetzungsmaßnahmenabfolge:

- 1. Instandsetzung: Erneuerung Deckschicht auf Betondecke (I_BEDE)
- 2. Instandsetzung: Erneuerung Deckschicht auf Betondecke (I_BEDE)

- 3. Instandsetzung: Erneuerung Deckschicht auf Betondecke (I_BEDE)

6.3.6 Betrachtungsperiode

Vor Durchführung der Lebenszyklusanalyse müssen die entsprechenden Zeithorizonte hinsichtlich der Anwendung von Erhaltungsmaßnahmen und der Darstellung der Ergebnisse definiert werden. Der standardisierte Lebenszyklus wird mit dem Ende der technischen Nutzungsdauer der jeweiligen Variante definiert. Das Ende der technischen Nutzungsdauer des Oberbaus ergibt sich mit dem Erreichen eines Zustandes über dem Schwellenwert (>4,5).

Tabelle 17: Zusammenstellung Technische Nutzungsdauern untersuchte Varianten

Variante	Technische Nutzungsdauer
AS1-LK42 mit SMA S2	49 Jahre
AS1-LK42 mit SMA S3	40 Jahre
BE1-LK40	40 Jahre
BE1-LK40 mit SMA S2	51 Jahre
BE1-LK40 mit SMA S3	51 Jahre

6.3.7 Kostenansätze

Bei den für die Lebenszykluskostenanalyse von der ASFINAG zur Verfügung gestellten Kosten handelt es sich um aktuelle Baukennzahlen bzw. Preisbenchmarks für das Jahr 2022 (Baukennzahlen IIP, Preisbasis 2021). Diese werden dabei in folgende Kategorien gegliedert:

- Kosten Errichtung für Neubau bzw. Erneuerung ohne Abbruch
- Kosten für Erhaltungsmaßnahmen

Da es sich um Kosten auf Bauteilebene handelt, sind lediglich die Kosten für die Baustelleneinrichtung und den Auf- bzw. Abbau der Baustelle inkludiert. Auf- und Zuschläge (z.B. PM, GK) sind darin nicht enthalten. Da die Preisbenchmark nicht veröffentlicht werden dürfen, sind die Kosten in einer „internen“ Beilage zusammengestellt, die nur den Auftraggebern zur Verfügung gestellt und nicht veröffentlicht wird.

Aus Gründen der Übersichtlichkeit werden die Errichtungs- und Erhaltungsmaßnahmen in den nachfolgenden Tabellen (ohne Einheitspreise) im Überblick dargestellt.

Tabelle 18: Grundlagen Kostenberechnung für Lebenszykluskostenanalyse - Errichtung

Variante	Beschreibung
Asphaltoberbau	
AS1-LK42 mit SMA S2 oder S3	27cm Asphalt (Deckschicht, Binder und gebundene Tragschicht) ungeb. obere TS ungeb. untere TS
Betonoberbau	
BE1-LK40	25cm Betondecke 2-schichtig mit Waschbetonoberfläche Tragschicht (Asphalt) ungeb. untere TS
Betonoberbau mit Asphaltdeckschicht	
BE1-LK40 mit SMA S2 oder S3	3,0 cm SMA mit Vorbereitung Betonoberfläche 25cm Betondecke 1-schichtig (30% Kostenminderung, geschätzt durch Projektbearbeitungsteam in Abstimmung mit ASFINAG, keine Kennzahlen dzt. verfügbar) Tragschicht (Asphalt) ungeb. untere TS

Tabelle 19: Grundlagen Kostenberechnung für Lebenszykluskostenanalyse - Erhaltungsmaßnahmen

Bauweise und Beschreibung
Asphaltoberbau
Instandhaltung Asphaltoberfläche ab Zustand 2,5 (H_AS) Instandsetzung – Erneuerung Deckschichte inkl. Fräsen Bestand (I_DE) Instandsetzung – Erneuerung Deck- und Binderschicht inkl. Fräsen Bestand (I_DEBI) Instandsetzung – Verstärkung im Tiefenbau inkl. Fräsen Bestand (I_VT)
Betonoberbau
Instandhaltung Betonoberfläche bis zu max. 1 Platte/FStr.-km (H_BET) Instandhaltung Betonoberfläche mit Fugensanierung alle 10 Jahre (H_BETFUG) Instandsetzung – Umfangreiche Auswechslung Betonplatten ab 1,5 Platten/ FStr.-km (I_BEPL)
Betonoberbau mit Asphaltdeckschicht
Instandhaltung Asphaltoberfläche ab Zustand 2,5 (H_AS) Instandsetzung – Erneuerung Deckschicht inkl. Fräsen Bestand und Vorbereitung Betonoberfläche (I_BEDE)

Da es für die Berechnung des Kapitalwertes und der daraus ableitbaren Annuität notwendig ist auch das Restwertproblem zu definieren, sind auch Kosten für den Abbruch- und den Abtransport am Ende der Technischen Nutzungsdauer zu berücksichtigen. In diesem Zusammenhang wird jedoch davon ausgegangen, dass die ungebundenen Schichten nicht

abgetragen werden müssen. Die für den Abtrag und den Abtransport angesetzten Kosten sind ebenfalls in der internen Beilage aufgelistet.

6.3.7.1 Kapitalwert und Annuität

Für die Beurteilung der im Lebenszyklus anzusetzenden Kosten der Errichtung sowie der Erhaltungsmaßnahmen und des Restwertes wird die Kapitalwertmethode sowie die Berechnung der Annuität verwendet. Für die Anwendung der Kapitalwertmethode im Rahmen der Lebenszykluskostenanalyse ist es sinnvoll und zweckmäßig, die allgemeine Funktion anzupassen und die notwendigen Investitionen als positiven Kapitalfluss zu definieren, sodass folgende Funktion zur Anwendung gelangt [49]:

$$K_0 = NB_0 + \sum_{t=0}^n IH_t \cdot q^{-t} + \sum_{t=0}^n IS_t \cdot q^{-t} + \sum_{t=0}^n EN_t \cdot q^{-t} - R \cdot q^{-n}$$

- K_0 Nettokapitalwert zum Zeitpunkt $t=0$
- NB_0 Gesamtkosten Errichtung zum Zeitpunkt $t=0$
- IH_t Instandhaltungs- bzw. Betriebskosten zum Zeitpunkt t
- IS_t Instandsetzungskosten zum Zeitpunkt t
- EN_t Erneuerungskosten zum Zeitpunkt t
- q Zinsfaktor ($q = 1 + \frac{i-\pi}{100}$) mit i = Zinssatz % und π = Inflationsrate %
- n Betrachtungsperiode
- R Restwert am Ende der Betrachtungsperiode n

Mit der Annuitätenmethode, einem Verfahren der dynamischen Investitionsrechnung, kann der Kapitalwert einer Investition auf die Nutzungsdauer so verteilt werden, dass die Zahlungsfolge aus Einzahlungen und Auszahlungen in die sogenannte Annuität umgewandelt wird. In den Wirtschaftswissenschaften bzw. der Finanzmathematik bezeichnet man als Annuität (lateinisch annus ‚Jahr‘) eine regelmäßig jährlich fließende Zahlung, die sich aus den Elementen Zins und Tilgung zusammensetzt [49].

Im Gegensatz zum Kapitalwert wird also nicht der Gesamtzielwert ermittelt, sondern der Zielwert pro Periode. Die Annuitätenmethode erlaubt somit die Beurteilung von Investitionen unterschiedlicher Anschaffungswerte und Nutzungsdauern. Die Annuität ist das Produkt aus Kapitalwert und Annuitätenfaktor, wobei sich der Annuitätenfaktor unter Heranziehung des Zinsfaktors wie folgt berechnet:

$$A = K_0 \cdot ANF_n$$

$$ANF_n = \frac{q^n \cdot (q - 1)}{q^n - 1}$$

K_0 Nettokapitalwert zum Zeitpunkt $t=0$

ANF_n Annuitätenfaktor für die (technische) Nutzungs- bzw. Betrachtungsperiode n

q Zinsfaktor ($q = 1 + \frac{i-\pi}{100}$) mit i = Zinssatz % und π = Inflationsrate %

n Betrachtungsperiode

6.3.7.2 Restwert und Kosten für Abbruch

Ein Restwert am Ende der Betrachtungsperiode muss dann angesetzt werden, wenn der Straßenoberbau noch einen entsprechenden Wert aufweist. Da im gegenständlichen Fall das Ende der Betrachtungsperiode mit dem Ende der technischen Nutzungsdauer gleichgesetzt wird und der Zustand des Straßenoberbaus somit bereits der Klasse 5 (sehr schlecht) zugeordnet werden kann, wird ein Restwert von 0 €/m² für alle Varianten in den Berechnungen berücksichtigt. Jedoch werden die Kosten für den Abbruch und den Abtransport des „alten“ gebundenen Straßenoberbaus für diesen Lebenszyklus in Rechnung gestellt. Da die ungebundenen Schichten für den nächsten Lebenszyklus verwendbar sind, werden die Kosten für den Abbruch und den Abtransport nur für die gebundenen Schichten miteinbezogen. Dies wurde auch im Einvernehmen mit den Auftraggebern festgelegt.

6.3.7.3 Diskontierungszinssatz und Zinsfaktor

Für die Anwendung der Kapitalwertmethode bzw. zur Berechnung der Barwerte wird ein Diskontierungszinssatz von 3,61% gem. ASFINAG Jahresfinanzbericht 2021 [50] und somit ein Zinsfaktor von 1,0361 in Rechnung gestellt. Im Rahmen der Sensitivitätsanalysen wird eine Variation von ±0,5% angesetzt.

6.3.8 Ergebnisse der Oberbauvarianten

In den nachfolgenden Kapiteln sind zunächst die Ergebnisse der Lebenszykluskostenanalyse für die einzelnen Varianten individuell dargestellt und aufbereitet. Aufgrund der Anforderungen die Absolutkosten der Einzelmaßnahmen nicht zu veröffentlichen, erfolgt der Vergleich ausschließlich über die Annuitäten sowie durch eine **relative Darstellung zur Oberbauvariante AS1 LK42 mit SMA S2**, ausgedrückt über den

Prozentsatz der Abweichungen zwischen den Annuitäten. Die detaillierten Berechnungen können dem Anhang B entnommen werden. Es sei an dieser Stelle nochmals angemerkt, dass dabei der hauptbelastete Fahrstreifen betrachtet wird.

6.3.8.1 Oberbauvariante AS1 LK42 mit SMA S2

In der nachfolgenden Tabelle 20 sind die Ergebnisse der Lebenszyklusanalyse für diese Variante in Form der Maßnahmen und deren Zeitpunkte aufgelistet. Der zugeordnete Zustandsverlauf der Teilwerte kann der Abbildung 44 entnommen werden.

Tabelle 20: Ergebnis Lebenszykluskostenanalyse Oberbauvariante AS1 LK 42 mit SMA S2

Maßnahme	Jahr(e)
Neubau / Errichtung	0
Instandhaltung (H_AS)	13-17
Instandsetzung Deckschicht und Binder (I_DEBI)	18
Instandhaltung (H_AS)	31-31
Verstärkung im Tiefenbau (I_VT)	33
Instandhaltung (H_AS)	46-48
Abbruch	49

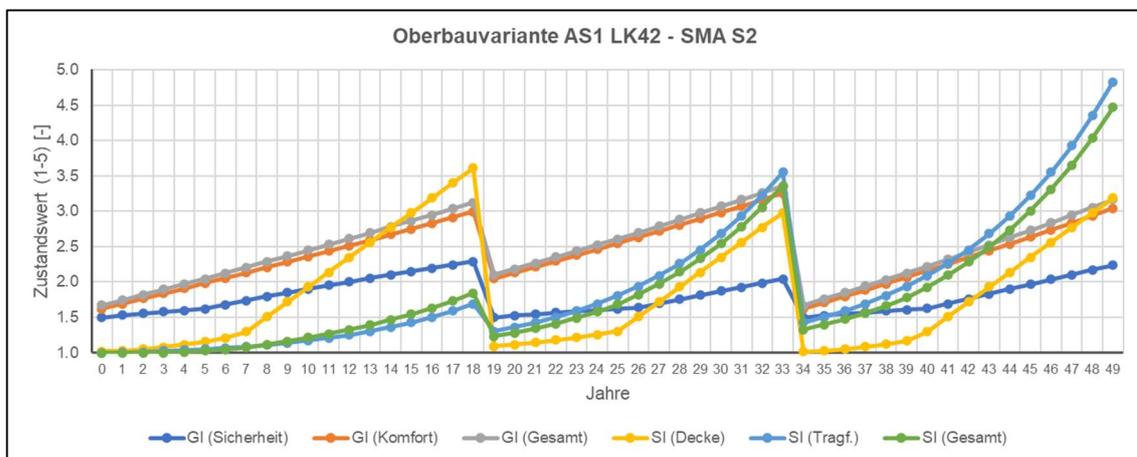


Abbildung 44: Zustandsverlauf Teilwerte Oberbauvariante AS1 LK 42 mit SMA S2

6.3.8.2 Oberbauvariante AS1 LK42 mit SMA S3

In der nachfolgenden Tabelle 21 sind die Ergebnisse der Lebenszyklusanalyse für diese Variante in Form der Maßnahmen und der Zeitpunkte aufgelistet. Der zugeordnete Zustandsverlauf der Teilwerte kann der Abbildung 45 entnommen werden.

Tabelle 21: Ergebnis Lebenszykluskostenanalyse Oberbauvariante AS1 LK 42 mit SMA S3

Maßnahme	Jahr(e)
Neubau / Errichtung	0
Instandhaltung (H_AS)	9-12
Instandsetzung Deckschicht (I_DE)	13
Instandhaltung (H_AS)	22-25
Instandsetzung Deckschicht und Binder (I_DEBI)	26
Instandhaltung (H_AS)	35-39
Abbruch	40

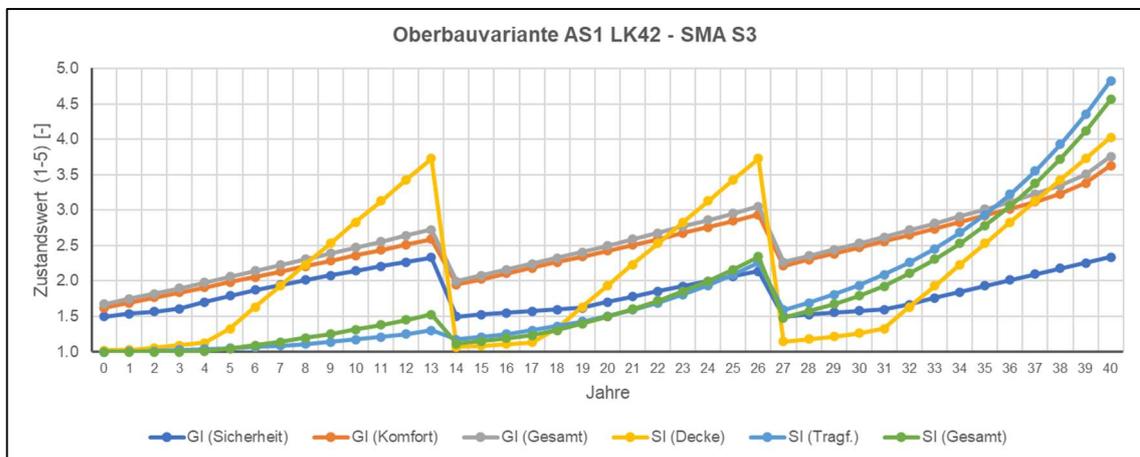


Abbildung 45: Zustandsverlauf Teilwerte Oberbauvariante AS1 LK 42 mit SMA S3

6.3.8.3 Oberbauvariante BE1 LK40

In der nachfolgenden Tabelle 22 sind die Ergebnisse der Lebenszyklusanalyse für diese Variante in Form der Maßnahmen und der Zeitpunkte und der Kosten aufgelistet. Der zugeordnete Zustandsverlauf der Teilwerte kann der Abbildung 46 entnommen werden.

Tabelle 22: Ergebnis Lebenszykluskostenanalyse Oberbauvariante BE LK 40

Maßnahme	Jahr(e)
Neubau / Errichtung	0
Instandhaltung (H_BET und H_BETFUG)	10, 15-31
Umfangreiche Betonplattenauswechslung (I_BET; 1,7 %-PI/km)	31
Instandhaltung (H_BET)	35-39
Abbruch	40

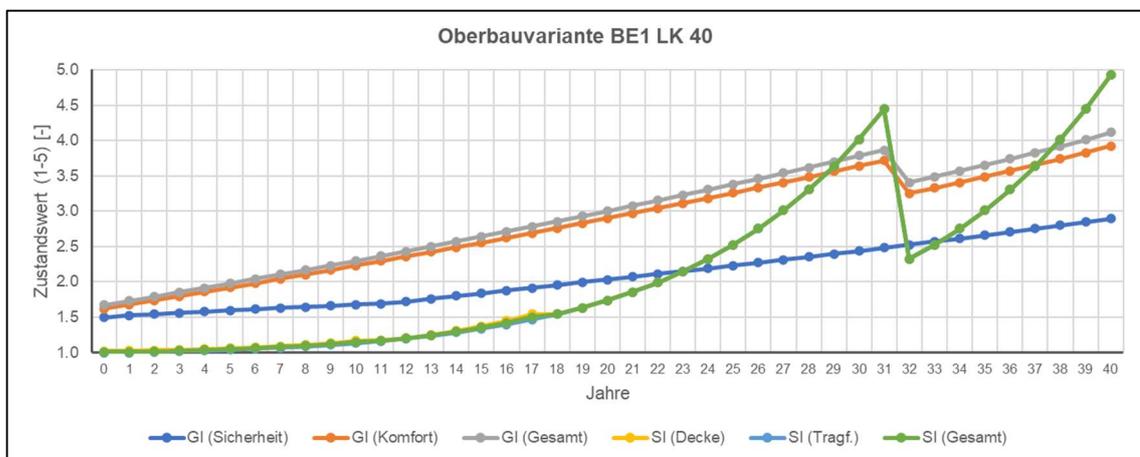


Abbildung 46: Zustandsverlauf Teilwerte Oberbauvariante BE1 LK 40

6.3.8.4 Oberbauvariante BE1 LK40 mit SMA S2

In der nachfolgenden Tabelle 20 sind die Ergebnisse der Lebenszyklusanalyse für diese Variante in Form der Maßnahmen und der Zeitpunkte aufgelistet. Der zugeordnete Zustandsverlauf der Teilwerte kann der Abbildung 44 entnommen werden.

Tabelle 23: Ergebnis Lebenszykluskostenanalyse Oberbauvariante BE1 LK40 mit SMA S2

Maßnahme	Jahr(e)
Neubau / Errichtung	0
Instandhaltung (H_AS)	13-15
Instandsetzung Deckschicht auf Beton (I_BEDE)	16
Instandhaltung (H_AS)	29-31
Instandsetzung Deckschicht auf Beton (I_BEDE)	32
Instandhaltung (H_AS)	45-50
Abbruch	51

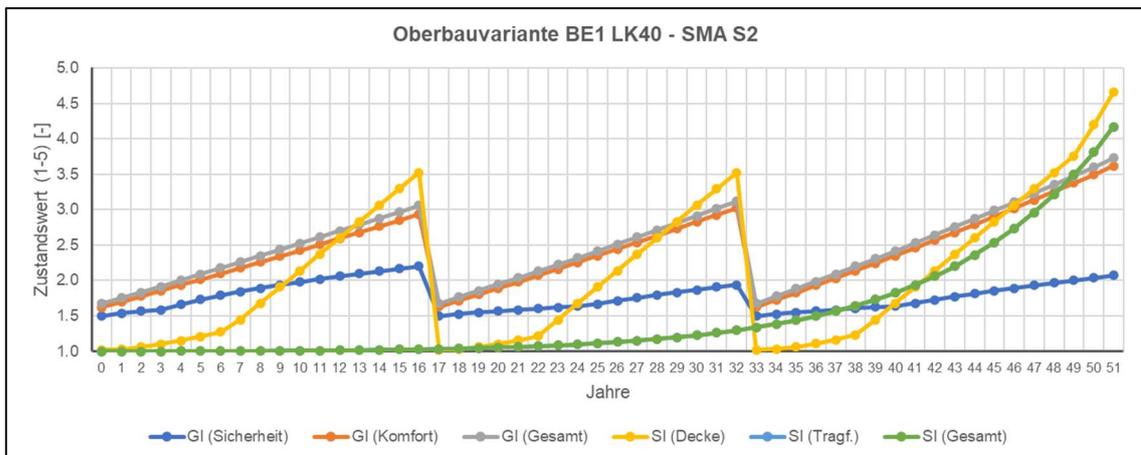


Abbildung 47: Zustandsverlauf Teilwerte Oberbauvariante BE1 LK40 mit SMA S2

6.3.8.5 Oberbauvariante BE1 LK40 mit SMA S3

In der nachfolgenden Tabelle 24 sind die Ergebnisse der Lebenszyklusanalyse für diese Variante in Form der Maßnahmen und der Zeitpunkte aufgelistet. Der zugeordnete Zustandsverlauf der Teilwerte kann der Abbildung 48 entnommen werden.

Tabelle 24: Ergebnis Lebenszykluskostenanalyse Oberbauvariante BE1 LK40 mit SMA S3

Maßnahme	Jahr(e)
Neubau / Errichtung	0
Instandhaltung (H_AS)	9-11
Instandsetzung Deckschicht auf Beton (I_BEDE)	12
Instandhaltung (H_AS)	21-23
Instandsetzung Deckschicht auf Beton (I_BEDE)	24
Instandhaltung (H_AS)	33-35
Instandsetzung Deckschicht auf Beton (I_BEDE)	36
Instandhaltung (H_AS)	45-50
Abbruch	51

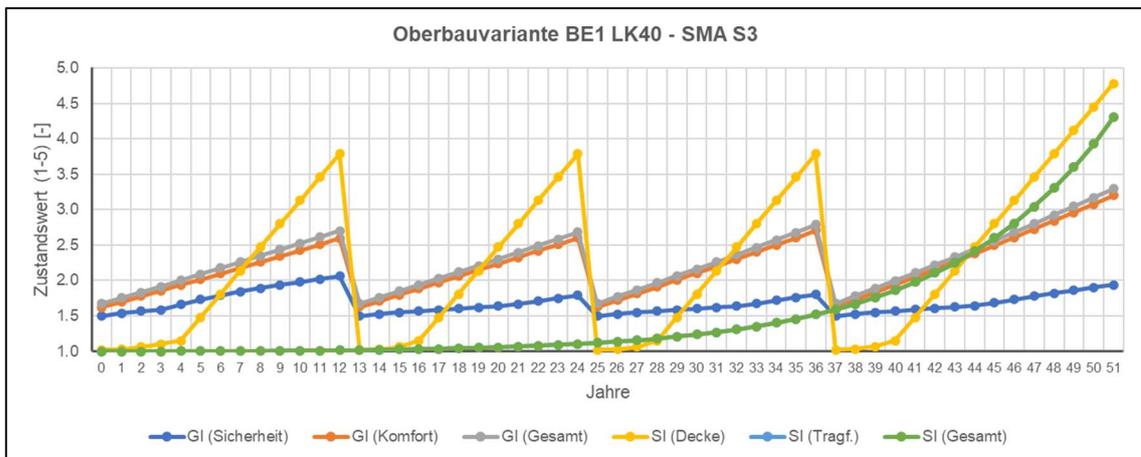


Abbildung 48: Zustandsverlauf Teilwerte Oberbauvariante BE1 LK40 mit SMA S3

6.3.9 Variantenvergleich und Schlussfolgerung

Auf der Grundlage der Einzelergebnisse ist es in einem nächsten Schritt möglich, diese miteinander zu vergleichen und zu bewerten. Dabei wird, wie bereits erwähnt auf die Annuitäten zurückgegriffen, da die technischen Nutzungsdauern der Varianten unterschiedlich sind und somit ein Vergleich der Kapitalwerte keine Aussage zulässt.

Die nachfolgende Tabelle 25 zeigt die ermittelten Kennzahlen im Überblick und als Vergleich der Varianten in Abhängigkeit von den unterschiedlichen Diskontierungszinssätzen.

Tabelle 25: Vergleich der Oberbauvarianten über die Annuitäten

Variantenvergleich		Variante				
		Oberbau gem. RVS 03.08.63			Neuer Oberbau	
Diskon- tierungs- zinssatz	Kennwerte	AS1 LK42 SMA S2	AS1 LK 42 SMA S3	BE1 LK40	BE1 LK40 SMA S2	BE1 LK40 SMA S3
3,61%	Annuität [€/m ²]	5,20	5,13	4,71	4,75	5,24
	Relativer Vergleich Annuität zu AS1 LK42 SMA S2 [%]	0,00	-1,21	-9,28	-8,65	+0,92
3,11%	Annuität [€/m ²]	4,92	4,86	4,42	4,42	4,92
	Relativer Vergleich Annuität zu AS1 LK42 SMA S2 [%]	0,00	-1,23	-10,08	-10,02	+0,09
4,11%	Annuität [€/m ²]	5,48	5,42	5,02	5,08	5,58
	Relativer Vergleich Annuität zu AS1 LK42 SMA S2 [%]	0,00	-1,19	-8,51	-7,40	+1,67

Die roten Zellen zeigen die höchsten Werte, die Grünen die geringsten Werte

Kosten für den Abbruch, ggf. für das Recycling des Straßenoberbaus wurden bei diesem Vergleich nicht berücksichtigt. Eine signifikante Änderung in der Priorität kann aufgrund von ähnlichen Abbruchkosten jedoch ausgeschlossen werden.

Die in Tabelle 25 aufgelisteten Ergebnisse sind in den nachfolgenden Abbildungen graphisch aufbereitet, sowohl als Annuität in €/m² als auch im Rahmen des relativen Vergleichs zur Variante AS1 LK42 SMA S2 über die prozentuelle Änderung.

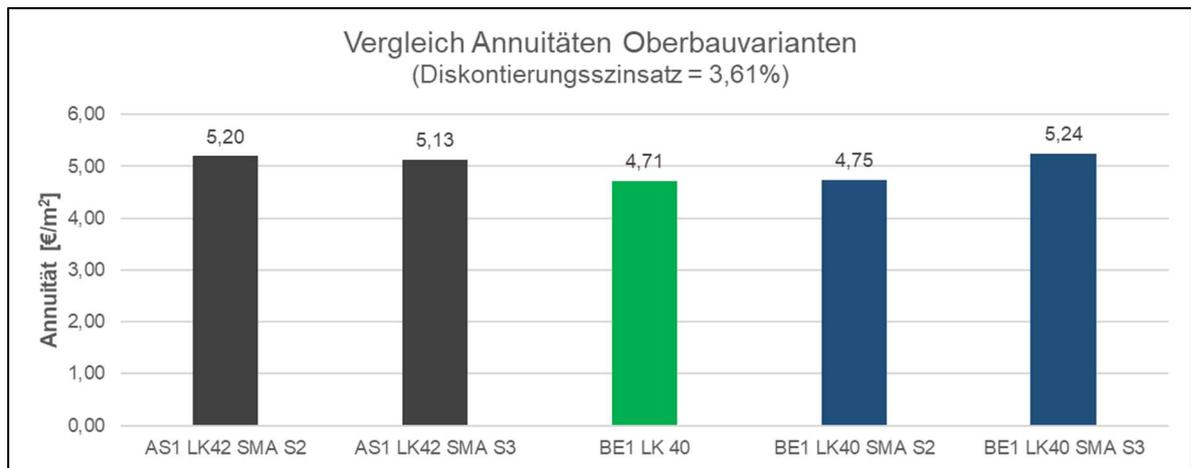


Abbildung 49: Vergleich Annuitäten – Diskontierungsszinssatz 3,61%

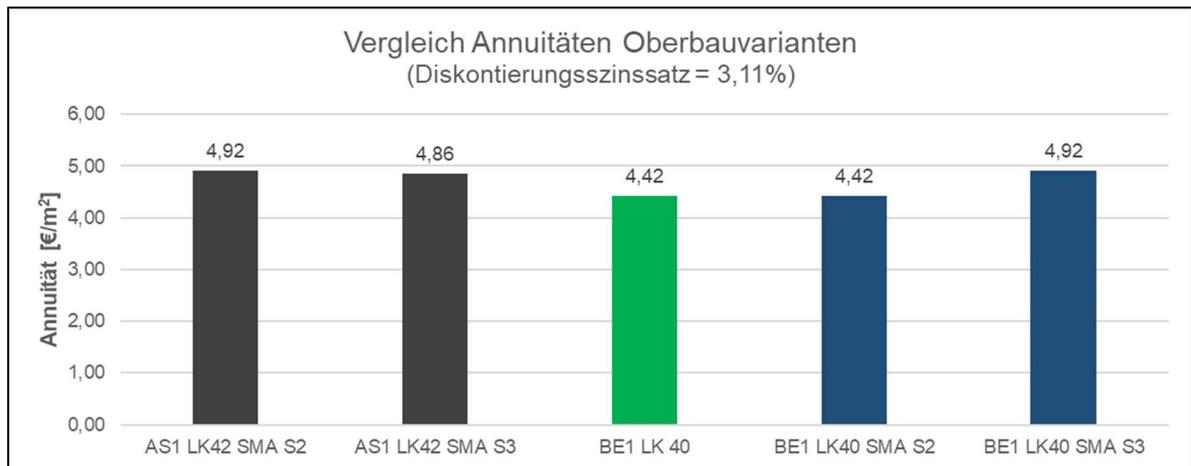


Abbildung 50: Vergleich Annuitäten – Diskontierungsszinssatz 3,11%

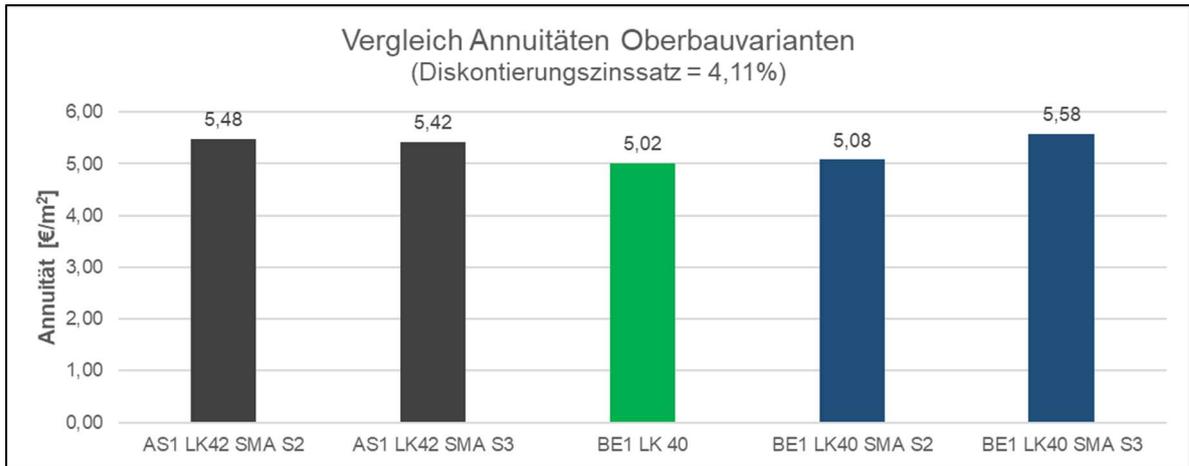


Abbildung 51: Vergleich Annuitäten – Diskontierungszinssatz 4,11%

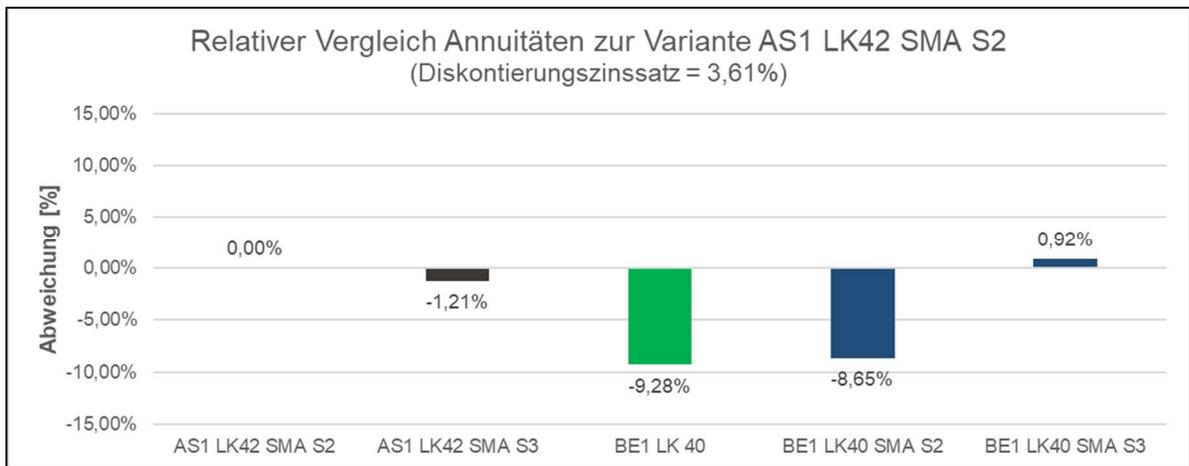


Abbildung 52: Relativer Vergleich Annuitäten zur Variante AS1 LK42 SMA S2 – Diskontierungszinssatz 3,61%

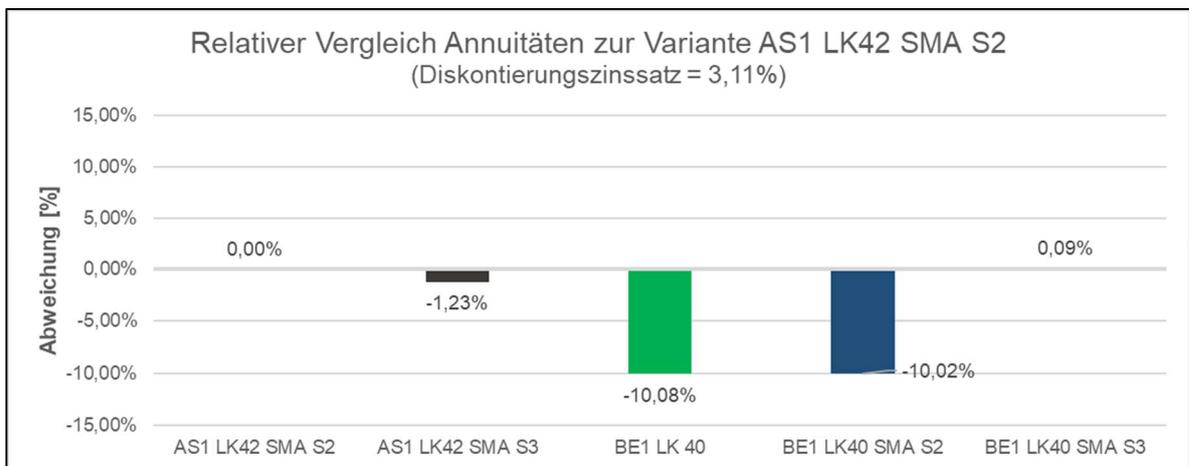


Abbildung 53: Relativer Vergleich Annuitäten zur Variante AS1 LK42 SMA S2 – Diskontierungszinssatz 3,11%

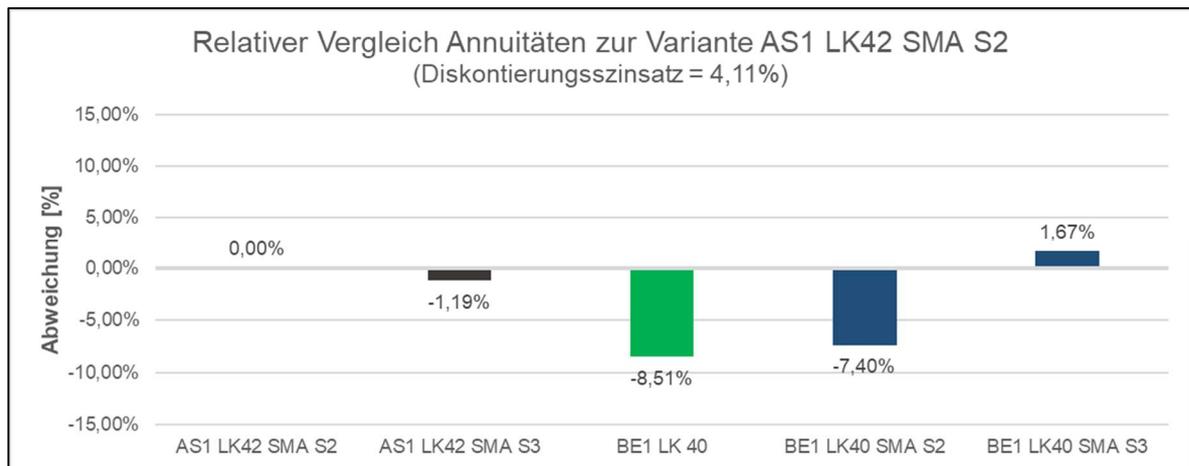


Abbildung 54: Relativer Vergleich Annuitäten zur Variante AS1 LK42 SMA S2 – Diskontierungszinssatz 4,11%

Der Vergleich der Ergebnisse der Annuitäten zeigt für alle angesetzten Diskontierungszinssätze eine identische Reihung. In allen Fällen ist ein Vorteil bei der Betondecke erkennbar, welcher sich auch bei der KOMBAS-Bauweise BE1 LK40 SMA S2 wiederfindet. Die Differenzen zwischen den anderen Lösungen sind zumindest so gering, dass hier kein eindeutiger Vor- oder Nachteil einer bestimmten Bauweise erkennbar ist. Die erhöhten Erhaltungskosten gleichen sich somit durch längere technische Nutzungsdauern aus, sodass die Differenz der Annuitäten zwischen den untersuchten Oberbauvarianten deutlich geringer ausfällt.

Die geringen Annuitäten der Betondecke ohne Überbauung sowie der KOMBAS-Bauweise BE1 LK40 SMA S2 sind natürlich wesentlich von den Errichtungskosten der Betondecke abhängig. Inwieweit der Vorteil der Betonbauweise gegenüber den anderen Varianten bei einer Erhöhung des Einheitspreises der Betondecke aufrecht bleibt, muss daher ebenfalls untersucht werden. Die aktuellen Preisbenchmarks der ASFINAG zeigen nahezu identische Erstinvestitionen, was grundsätzlich zu hinterfragen ist, da in vielen Fällen in der Vergangenheit die Errichtungskosten von Betondecken etwas über den Errichtungskosten von Asphaltbefestigungen lagen. Dies ist auch auf den Umstand zurückzuführen, dass aus der Sicht der Erhaltung die technische Nutzungsdauer von Asphaltdeckschichten deutlich geringer ist als jene einer Betondecke und somit auch die Erhaltungskosten über jenen einer Betondecke liegen. In diesem Zusammenhang wird eine Erhöhung der Einheitspreise um 10% der Erstinvestitionen bei Betondecken (inkl. gebundene und ungebundene Tragschicht) angesetzt. Dadurch erhöhen sich auch die Annuitäten für die KOMBAS-Bauweisen. Die nachfolgenden Abbildungen zeigen die Ergebnisse für den aktuellen Diskontierungszinssatz von 3,61% im Rahmen dieser Sensitivitätsuntersuchung.

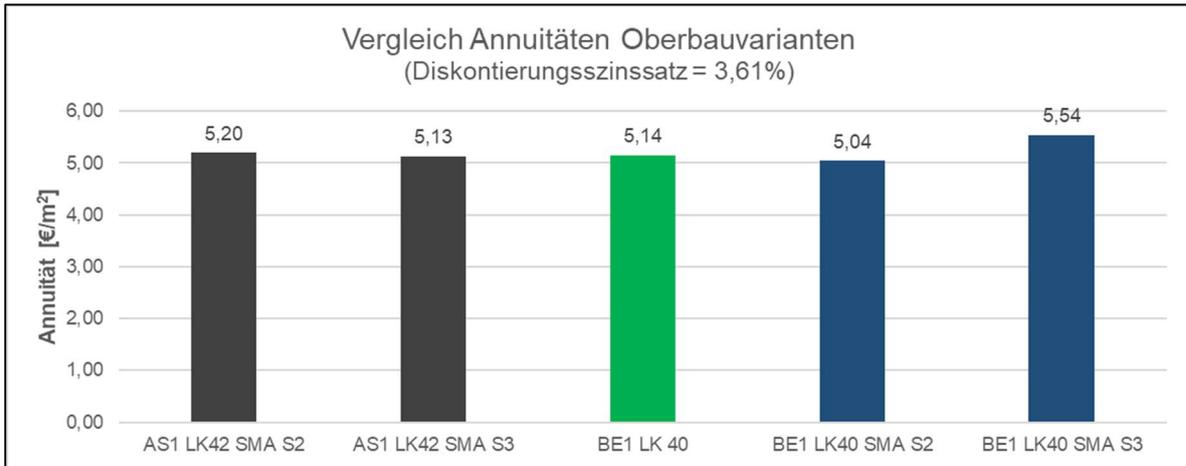


Abbildung 55: Vergleich Annuitäten Oberbauvarianten mit erhöhten Erstinvestitionen bei Betondecken (10%)

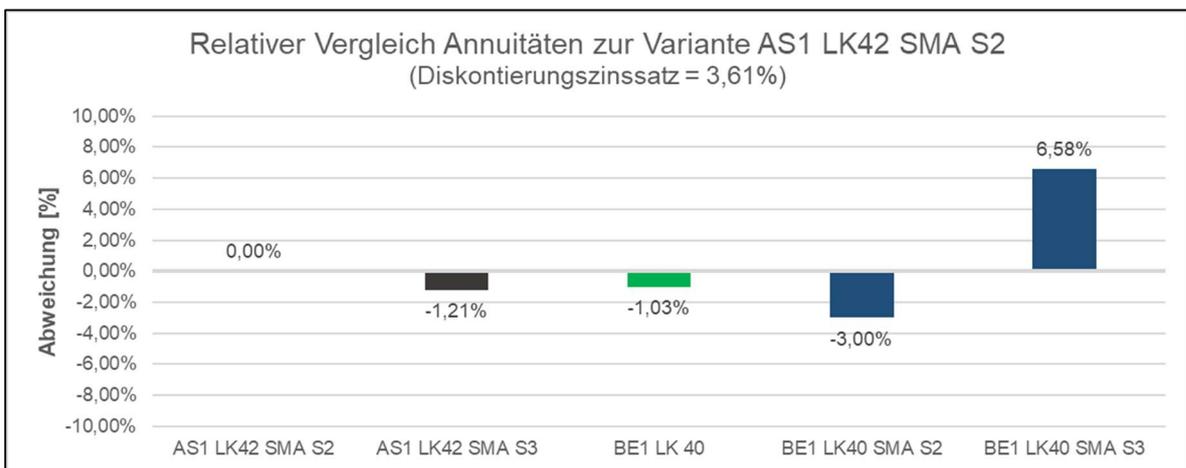


Abbildung 56: Relativer Vergleich Annuitäten zur Variante AS1 LK42 SMA S2 mit erhöhten Erstinvestitionen bei Betondecken (10%)

Wie bereits erwartet, führt die Erhöhung der Einheitspreise zu einer deutlichen Annäherung der Annuitäten (siehe hierzu Abbildung 56). Lediglich die KOMBAS-Bauweise BE1 LK40 SMA S3 ist aufgrund der oben beschriebenen Zusammenhänge teurer als die anderen Varianten. In diesem Zusammenhang sollte jedoch hinterfragt werden, ob sowohl aus der Sicht der Wirtschaftlichkeit aber auch aus bautechnischer Sicht tatsächlich 4 Deckschichtintervalle möglich sind, da natürlich die Kosten für die vorbereitenden Erhaltungsmaßnahmen an der Betondecke mit der Zeit steigen.

Obwohl auch bei dieser Betrachtung vor allem die mit SMA S3 überbaute Betondecke die höchsten Annuitäten aufweist und somit etwas „teurer“ ist, sind die Unterschiede relativ gering, Zumindest aus der Sicht der Wirtschaftlichkeit können die neuen Oberbaukonstruktionen durchwegs „gleichwertig“ eingestuft werden, da die Differenzen bei den Annuitäten deutlich unter 10% liegen und somit, wie gezeigt, im Streuungsbereich der Einheitspreise der Errichtungs- und Erhaltungskosten.

6.4 Vereinfachte Ökobilanz

6.4.1 Allgemeines

Die im Rahmen von KOMBAS durchzuführende vereinfachte Ökobilanz dient grundsätzlich zur Beurteilung der Nachhaltigkeit der neuen Oberbaukonstruktion im Vergleich zu den Standardaufbauten nach RVS 03.08.63. Die Durchführung der vereinfachten Ökobilanz erfolgt dabei unter Heranziehung der Vorgaben in der ÖNORM EN ISO 14044 [51]. Als maßgebender Indikator wird dabei das GWP (Global Warming Potential), ausgedrückt über CO₂-Äquivalente, verwendet. Die vereinfachte Ökobilanz besteht dabei aus folgenden Teilschritten bzw. Aufgaben:

- Definition bzw. Abgrenzung des Untersuchungsrahmens
- Ermittlung der GWP-Werte und Sachbilanz
- Lebenszyklusanalyse unter Heranziehung der GWP-Werte für jede zu untersuchende Oberbauvariante
- Vergleich der Ergebnisse der untersuchten Oberbauvarianten und Schlussfolgerung

6.4.2 Untersuchungsrahmen

Um eine fundierte Aussage über die Nachhaltigkeit der untersuchten Varianten zu erhalten, werden die maßgebenden Umweltwirkungen während des Baus, der Durchführung der Erhaltungsmaßnahmen und am Ende der technischen Nutzungsdauer (Stichwort Recyclingpotential) in der Ökobilanz untersucht. Diese beinhaltet folgende Bereiche:

- Materialgewinnung der Rohstoffe (z.B. Gestein, Bindemittel) ggf. bis hin zur Aufbereitungs- bzw. Mischanlage
- Mischung der Rohstoffe zu Mischgut
- Transport der Materialien bzw. des Mischguts zur Baustelle
- Einbau der Materialien bzw. Mischguts
- Abbruch von Materialien während einer Erhaltungsmaßnahme

- Abtransport von Abbruchmaterialien
- Recyclingpotential am Ende der technischen Nutzungsdauer infolge Abbruchs des gebundenen Straßenoberbaus

Die Durchführung der Ökobilanz erfolgt wie bei der Lebenszykluskostenanalyse wiederum für 1 m² Oberbau mit einer mittleren Entfernung zwischen Einbaustelle und Mischgutproduktion bei Beton von 30 km, bei Asphalt von 50 km und bei Stahl von 80 km. Wie oben beschrieben, sind in der Materialgewinnung auch die Transporte zur Mischanlage bzw. zu einem Lager berücksichtigt. Dies bedeutet, dass die Transportdistanz von der Mischanlage bzw. vom Stahllager herangezogen wird.

6.4.3 GWP-Werte und Sachbilanz

Für die Durchführung der Ökobilanz sind unter Bezugnahme auf den zuvor beschriebenen Untersuchungsrahmen die GWP-Werte zu ermitteln bzw. zusammenzustellen. Dies erfolgt dabei auf der Grundlage einer umfassenden Literaturrecherche sowie der Heranziehung von fachspezifischen Datenbanken wie ÖKOBAUDAT (Deutschland) und Baubook (Österreich). Die nachfolgende Tabelle 26 zeigt in Abhängigkeit des Anwendungsbereiches das Ergebnis dieser Untersuchungen. Gegebenenfalls notwendige Erweiterungen und Ergänzungen von fehlenden Werten wurden durch die Experten dieses Projektes festgelegt. Dabei handelt es sich in erster Linie um Spezifikationen, die für das gegenständliche Projekt notwendig sind (siehe z.B. Einbau Asphaltdeckschicht auf Betondecke).

Bei der Auswahl der Werte wurde versucht, identische Quellen heranzuziehen, da davon ausgegangen werden kann, dass diese nach ähnlichen Prozessen und Standards erhoben bzw. berechnet wurden. Grundsätzlich können sich starke Streuungen bei den GWP-Werten zeigen, da für jeden Wert auch ein entsprechender Untersuchungsrahmen definiert werden muss. Speziell die ÖKOBAUDAT liefert diese notwendigen Informationen, sodass eine korrekte Auswahl möglich ist. Darüber hinaus ist zu berücksichtigen, dass die Werte nicht zwangsweise aus dem Bereich Straßenbau stammen, sondern aus dem gesamten Baubereich. Dies erklärt z.B. auch die Werte des Recyclingpotentials, da Asphalt sich primär auf den Bereich Straßenbau aber Betonrecycling auf den ganzen Bereich Bauwesen bezieht (z.B. geringer Einsatz von Betonrecycling im Hochbau aufgrund der hohen Anforderungen an Betonzuschlagsstoffe). In diesem Zusammenhang spielt auch die Art der Wiederverwendung eine maßgebende Rolle, wo keine detaillierten Informationen zu den Werten vorliegen. Es

kann auch nicht grundsätzlich davon ausgegangen werden, dass die Wiederverwendung dieser Recyclingmaterialien wieder im gebundenen Straßenoberbau erfolgt und wenn in welchem Ausmaß. In diesem Zusammenhang ist zu hinterfragen, ob das Recyclingpotential im Rahmen dieser Analyse berücksichtigt werden sollte, sodass die Ergebnisse mit und ohne Recyclingpotential dargestellt sind.

Tabelle 26: GWP-Werte (CO₂-Äquivalent) für Ökobilanz

Beschreibung	GWP	Einheit CO ₂	Quelle / Anmerkung
Materialgewinnung (inkl. Transport zur Aufbereitungsstelle)			
Gesteinskorn (nicht gebrochen)	2,850	kg/t	ÖKOBAUDAT [53]
Gesteinskorn (gebrochen)	34,720	kg/t	ÖKOBAUDAT [53]
Gesteinskorn (Anteil gebrochen 50%)	18,785	kg/t	ÖKOBAUDAT [53]
Bitumen (normal)	430,000	kg/t	Baubook.at [53]
Bitumen (pmB)	473,000	kg/t	Baubook.at [54] +10% zum normalen Bitumen
Bitumenemulsion	356,300	kg/t	ÖKOBAUDAT [53]
Zement (CEM II)	795,200	kg/t	ÖKOBAUDAT [53]
Zement (CEM III)	377,500	kg/t	ÖKOBAUDAT [53]
Stahl (Dübel und Anker)	683,400	kg/t	ÖKOBAUDAT [53]
Herstellung Mischgut			
Betonmischung	1,364	kg/t	Studie Holldorp [52]
Asphaltemischgut	19,900	kg/t	Studie Holldorp [52]
Transport			
Transport zur Baustelle mit LKW je t und km	0,111	kg/tkm	Umweltbundesamt BRD
Einbau			
Betondecke	1,249	kg/t	Studie Holldorp [52]
Asphalteinbau	0,839	kg/t	ÖKOBAUDAT [53]
Asphalteinbau + Vorbereitung Beton + Fugenherstellung Asphaltdecke	1,007	kg/t	ÖKOBAUDAT [53] +20% zum normalen Einbau
Ungebundene Schichten	0,499	kg/t	Studie Holldorp [52]
Abbruch			
Betondecke	1,221	kg/m ³	Studie Holldorp [52]
Fräsen Asphalt je m ² und cm	0,513	kg/m ² cm	Studie Holldorp [52]
Recyclingpotential			
Beton	8,917	kg/t	ÖKOBAUDAT [53]
Asphalt	26,310	kg/t	ÖKOBAUDAT [53]
Stahlprofil	223,000	kg/t	ÖKOBAUDAT [53]

Unter Bezugnahme auf die in Kapitel 6.2 beschriebenen Oberbauvarianten sowie der in Kapitel 6.3.4 aufgelisteten Erhaltungsmaßnahmen ergeben sich die nachfolgenden Ergebnisse aus der detaillierten Sachbilanz, welche dem Anhang C entnommen werden kann. Die Ergebnisse beziehen sich wiederum auf 1 m² Straßenoberbau.

In der nachfolgenden Tabelle 27 sind zunächst die Werte für den Neubau bzw. Errichtung des Oberbaus zusammengestellt.

Tabelle 27: GWP-Bilanz (CO₂-Äquivalent) für Neubau / Errichtung

Bereich	GWP-Gesamt	Einheit
Asphaltbauweise AS1 LK42 mit SMA S2 oder SMA S3		
Materialgewinnung	58,639	kg CO ₂ -äquivalent
Mischgutherstellung	12,895	kg CO ₂ -äquivalent
Transport	7,599	kg CO ₂ -äquivalent
Einbau	1,143	kg CO ₂ -äquivalent
Gesamt	80,277	kg CO ₂ -äquivalent
Betonbauweise BE1 LK40		
Materialgewinnung	107,127	kg CO ₂ -äquivalent
Mischgutherstellung	3,124	kg CO ₂ -äquivalent
Transport	6,083	kg CO ₂ -äquivalent
Einbau	1,317	kg CO ₂ -äquivalent
Gesamt	117,652	kg CO ₂ -äquivalent
Betonbauweise BE1 LK40 mit SMA S2 oder SMA S3		
Materialgewinnung	107,846	kg CO ₂ -äquivalent
Mischgutherstellung	4,554	kg CO ₂ -äquivalent
Transport	6,480	kg CO ₂ -äquivalent
Einbau	1,387	kg CO ₂ -äquivalent
Gesamt	120,267	kg CO ₂ -äquivalent

In analoger Weise können auch für die Erhaltungsmaßnahmen die GWP-Bilanzen erstellt werden. Die nachfolgende Tabelle 28 beinhaltet die entsprechenden Details zum GWP.

Tabelle 28: GWP-Bilanz (CO₂-Äquivalent) für Instandsetzungsmaßnahmen

Bereich	GWP-Gesamt	Einheit
Asphaltoberbau - Instandsetzung Deckschicht (I_DE)		
Materialgewinnung	3,503	kg CO ₂ -äquivalent
Abbruch	1,540	kg CO ₂ -äquivalent
Abtransport	0,403	kg CO ₂ -äquivalent
Mischgutherstellung	1,433	kg CO ₂ -äquivalent
Transport	0,403	kg CO ₂ -äquivalent
Einbau	0,061	kg CO ₂ -äquivalent
Gesamt	7,343	kg CO ₂ -äquivalent
Bereich		
GWP-Gesamt		
Einheit		
Asphaltoberbau - Instandsetzung Deck- und Binderschicht (I_DEBI)		
Materialgewinnung	11,960	kg CO ₂ -äquivalent
Abbruch	5,648	kg CO ₂ -äquivalent
Abtransport	1,472	kg CO ₂ -äquivalent
Mischgutherstellung	5,254	kg CO ₂ -äquivalent
Transport	1,472	kg CO ₂ -äquivalent
Einbau	0,222	kg CO ₂ -äquivalent
Gesamt	26,028	kg CO ₂ -äquivalent
Asphaltoberbau - Instandsetzung Verstärkung im Tiefenbau (I_VT)		
Materialgewinnung	22,479	kg CO ₂ -äquivalent
Abbruch	10,783	kg CO ₂ -äquivalent
Abtransport	2,807	kg CO ₂ -äquivalent
Mischgutherstellung	10,030	kg CO ₂ -äquivalent
Transport	2,807	kg CO ₂ -äquivalent
Einbau	0,424	kg CO ₂ -äquivalent
Gesamt	49,331	kg CO ₂ -äquivalent
Betonoberbau – Umfangreiche Instandsetzung von Betonplatten (I_BEPL)		
Materialgewinnung	89,332	kg CO ₂ -äquivalent
Abbruch	0,305	kg CO ₂ -äquivalent
Abtransport	1,848	kg CO ₂ -äquivalent
Mischgutherstellung	0,747	kg CO ₂ -äquivalent
Transport	1,848	kg CO ₂ -äquivalent
Einbau	0,687	kg CO ₂ -äquivalent
Gesamt	94,767	kg CO ₂ -äquivalent

Tabelle 28: GWP-Bilanz (CO₂-Äquivalent) für Instandsetzungsmaßnahmen - Fortsetzung

Betonoberbau mit Asphaltdeckschicht – Instandsetzung Deckschicht (I_BEDE)		
Materialgewinnung	3,503	kg CO ₂ -äquivalent
Abbruch	1,540	kg CO ₂ -äquivalent
Abtransport	0,403	kg CO ₂ -äquivalent
Mischgutherstellung	1,433	kg CO ₂ -äquivalent
Transport	0,403	kg CO ₂ -äquivalent
Einbau	0,073	kg CO ₂ -äquivalent
Gesamt	7,355	kg CO ₂ -äquivalent

Da eine Präzisierung von kleinflächigen Instandhaltungsmaßnahmen auf den Asphaltdeckschichten nicht möglich ist, werden diese Maßnahmen auch nicht bei der Ökobilanz berücksichtigt. Bei einem relativen Vergleich der untersuchten Varianten führt diese Nichtberücksichtigung zu keiner Veränderung der Ergebnisse.

6.4.4 Ergebnisse der Oberbauvarianten

Unter Bezugnahme auf die in den vorigen Kapiteln vorgestellten GWP-Werte des Neubaus bzw. der Errichtung, der Erhaltungsmaßnahmen und des Recyclingpotentials kann in einem nächsten Schritt für jede untersuchte Oberbauvariante das GWP über den gesamten Lebenszyklus, also die ermittelte technische Nutzungsdauer, berechnet werden. Hierfür sind die in Kapitel 6.3.8 aufgelisteten Erhaltungsmaßnahmen entscheidend und bilden die Grundlage für die entsprechenden Zuordnungen. Auch hier wird wiederum repräsentativ 1 m² Straßenoberbau betrachtet.

6.4.4.1 Oberbauvariante AS1 LK42 mit SMA S2

In der nachfolgenden Tabelle 29 sind die Ergebnisse der Lebenszyklusanalyse für diese Variante in Form der Maßnahmen, der Zeitpunkte und der entsprechenden GWP-Werte (kg CO₂-Äquivalent) aufgelistet. Das Recyclingpotential ist dabei jener Wert, der am Ende der technischen Nutzungsdauer dieser Oberbaukonstruktion zugeordnet werden kann. Er wird somit in der Bilanz als negativer Wert berücksichtigt.

Tabelle 29: Ergebnis GWP Lebenszyklus Oberbauvariante AS1 LK 42 mit SMA S2

Maßnahme	Jahr	GWP (kg CO ₂ -äquivalent)
Neubau / Errichtung	0	80,277
Instandsetzung Deckschicht und Binder (I_DEBI)	18	26,028
Verstärkung im Tiefenbau (I_VT)	33	49,331
Recyclingpotential	49	-17,080
	Gesamt	138,555

6.4.4.2 Oberbauvariante AS1 LK42 mit SMA S3

In der nachfolgenden Tabelle 30 sind die Ergebnisse der Lebenszyklusanalyse für diese Variante in Form der Maßnahmen, der Zeitpunkte und der entsprechenden GWP-Werte (kg CO₂-Äquivalent) aufgelistet. Das Recyclingpotential ist dabei jener Wert, der am Ende der technischen Nutzungsdauer dieser Oberbaukonstruktion zugeordnet werden kann. Er wird somit in der Bilanz als negativer Wert berücksichtigt.

Tabelle 30: Ergebnis GWP Lebenszyklus Oberbauvariante AS1 LK 42 mit SMA S3

Maßnahme	Jahr	GWP (kg CO ₂ -äquivalent)
Neubau / Errichtung	0	80,277
Instandsetzung Deckschicht (I_DE)	13	7,343
Instandsetzung Deckschicht und Binder (I_DEBI)	26	26,028
Recyclingpotential	40	-17,080
	Gesamt	96,567

6.4.4.3 Oberbauvariante BE1 LK40

In der nachfolgenden Tabelle 31 sind die Ergebnisse der Lebenszyklusanalyse für diese Variante in Form der Maßnahmen, der Zeitpunkte und der entsprechenden GWP-Werte (kg CO₂-Äquivalent) aufgelistet. Das Recyclingpotential ist dabei jener Wert, der am Ende der technischen Nutzungsdauer dieser Oberbaukonstruktion zugeordnet werden kann. Er wird somit in der Bilanz als negativer Wert berücksichtigt.

Tabelle 31: Ergebnis GWP Lebenszyklus Oberbauvariante BE1 LK 40

Maßnahme	Jahr	GWP (kg CO ₂ -äquivalent)
Neubau / Errichtung	0	117,652
Instandhaltung (H_BET und H_BETFUG)	10, 15-31	1,344
Umfangreiche Betonplattenauswechslung (I_BET; 1,7 Pl/km)	31	0,886
Recyclingpotential	40	-8,581
	Gesamt	111,301

6.4.4.4 Oberbauvariante BE1 LK40 mit SMA S2

In der nachfolgenden Tabelle 32 sind die Ergebnisse der Lebenszyklusanalyse für diese Variante in Form der Maßnahmen, der Zeitpunkte und der entsprechenden GWP-Werte (kg CO₂-Äquivalent) aufgelistet. Das Recyclingpotential ist dabei jener Wert, der am Ende der technischen Nutzungsdauer dieser Oberbaukonstruktion zugeordnet werden kann. Er wird somit in der Bilanz als negativer Wert berücksichtigt.

Tabelle 32: Ergebnis GWP Lebenszyklus Oberbauvariante BE1 LK 40 mit SMA S2

Maßnahme	Jahr	GWP (kg CO ₂ -äquivalent)
Neubau / Errichtung	0	120,267
Instandsetzung Deckschicht (I_BEDE)	16	7,355
Instandsetzung Deckschicht (I_BEDE)	32	7,355
Recyclingpotential	51	-10,473
	Gesamt	124,503

6.4.4.5 Oberbauvariante BE1 LK40 mit SMA S3

In der nachfolgenden Tabelle 32 sind die Ergebnisse der Lebenszyklusanalyse für diese Variante in Form der Maßnahmen, der Zeitpunkte und der entsprechenden GWP-Werte (kg CO₂-Äquivalent) aufgelistet. Das Recyclingpotential ist dabei jener Wert, der am Ende der technischen Nutzungsdauer dieser Oberbaukonstruktion zugeordnet werden kann. Er wird somit in der Bilanz als negativer Wert berücksichtigt.

Tabelle 33: Ergebnis GWP Lebenszyklus Oberbauvariante BE1 LK 40 mit SMA S3

Maßnahme	Jahr	GWP (kg CO ₂ -äquivalent)
Neubau / Errichtung	0	120,267
Instandsetzung Deckschicht (I_BEDE)	12	7,355
Instandsetzung Deckschicht (I_BEDE)	24	7,355
Instandsetzung Deckschicht (I_BEDE)	36	7,355
Recyclingpotential	51	-10,473
Gesamt		131,858

6.4.5 Variantenvergleich und Schlussfolgerung

Eine wesentliche Zielsetzung der vereinfachten Ökobilanz liegt, wie bereits erwähnt, in einem relativen Vergleich der untersuchten Oberbauvarianten unter Heranziehung des gesamten GWPs bzw. des jährlichen, auf die technische Nutzungsdauer bezogenen GWPs. Die nachfolgende Abbildung 59 zeigt die über die technische Nutzungsdauer ermittelten CO₂-Äquivalente der baulich-konstruktiven Maßnahmen, von der Errichtung bis zum Recycling, wobei der GWP-Wert um das Recyclingpotential bereits reduziert wurde. Dies ist insofern notwendig, um die Wiederverwendung von Materialkomponenten am Ende der technischen Nutzungsdauer in der Bilanz zu berücksichtigen.

Der grundlegende Vergleich der untersuchten Oberbauvarianten sowie der jeweiligen Erhaltungsmaßnahmen in Abhängigkeit vom Entstehungsbereich der CO₂-Äquivalente kann der nachfolgenden Abbildung 57 entnommen werden. Die Einzelwerte der in Kapitel 6.4.3 ermittelten Daten zeigen fast überall bei der Materialgewinnung den höchsten Anteil, besonders bei den Betondecken bzw. der Betondeckenerhaltung, was auf den hohen GWP-Wert des Zements zurückzuführen ist.

Bei der Anwendung von Asphalt (vorwiegend Heiasphalt) ist vor allem die Herstellung des Mischgutes stark repräsentativ in der Verteilung, jedoch auch der Transport aller Baustoffe und Mischgute zur Baustelle ist nicht unwesentlich, was jedoch maßgebend von den angenommenen Transportentfernungen abhängig ist.

Von geringer Bedeutung ist der Anteil des Einbaus sowohl beim Asphalt als auch beim Beton. Dafür ergeben sich bei den Erhaltungsmaßnahmen in Abhängigkeit von der Intensität der Maßnahme höhere Anteile beim Abbruch bzw. beim Abtransport des Materials von der Baustelle zur Mischanlage oder zu einer Recyclingstelle.

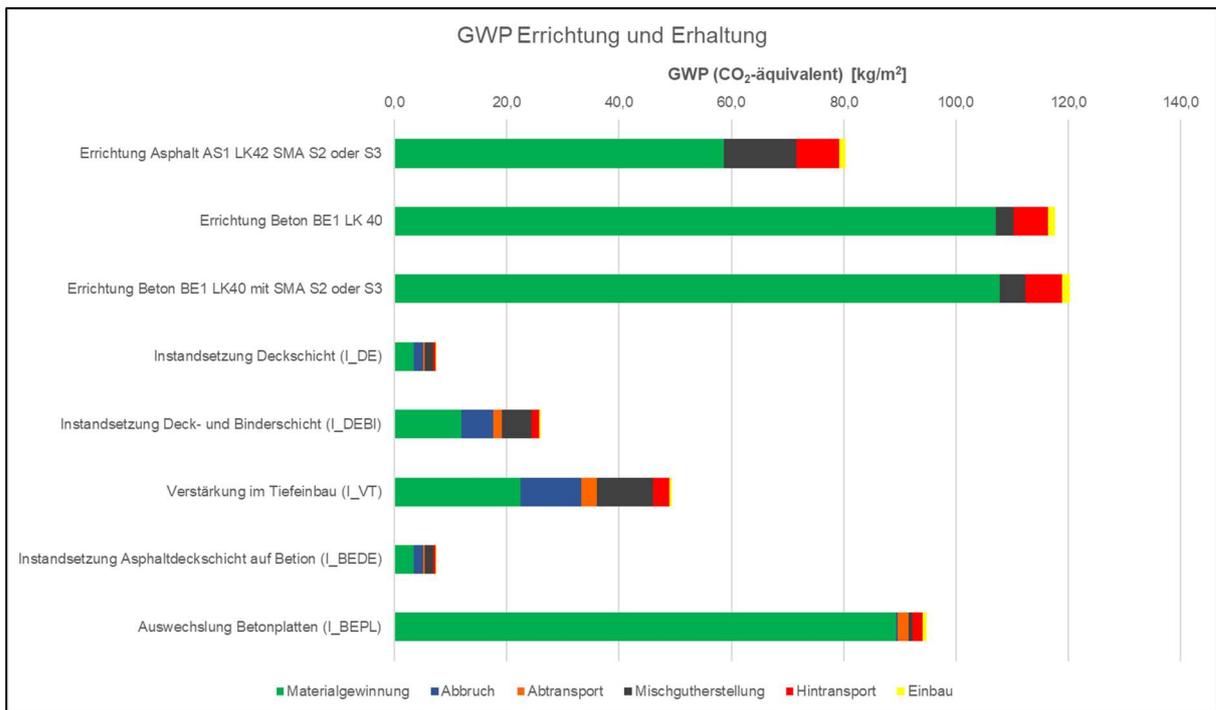


Abbildung 57: GWP nach Entstehungsbereich

Eine Zusammenstellung der Ergebnisse aus den Berechnungen zur Ökobilanz kann der nachfolgenden Tabelle 34 entnommen werden. Hierfür wurden die maßgebenden Kennzahlen der untersuchten Varianten zusammengestellt.

Tabelle 34: Vergleich der Oberbauvarianten im Rahmen der vereinfachten Ökobilanz

Kennwerte GWP in CO ₂ -äquivalent	Variante				
	Oberbau gem. RVS 03.08.63			Neuer Oberbau	
	AS1 LK42 SMA S2	AS1 LK 42 SMA S3	BE1 LK40	BE1 LK40 SMA S2	BE1 LK40 SMA S3
GWP Lebenszyklus (gesamt)	138,555	96,567	111,301	124,503	131,858
GWP Errichtung	80,277	80,277	117,652	120,267	120,267
GWP Erhaltung	75,359	33,371	2,230	14,709	22,064
GWP Recyclingpotential	-17,080	-17,080	-8,581	-10,473	-10,473
GWP je Nutzungsjahr (ohne Berücksichtigung Recyclingpotential)	3,176	2,841	2,997	2,647	2,791
GWP je Nutzungsjahr abzgl. Recyclingpotential	2,828	2,414	2,783	2,441	2,585

Die roten Zellen zeigen die höchsten jährlichen Werte, die Grünen die geringsten jährlichen GWP-Werte

Die nachfolgende Abbildung 58 liefert den GWP-Vergleich der Oberbauvarianten in Abhängigkeit von der Errichtung, der Erhaltung und dem Recyclingpotential. Dabei zeigt sich

sehr deutlich, dass bei den Varianten mit den Betondecken die Errichtung bzw. der Neubau der Konstruktion den größten Anteil aufweist. Vor allem bei der Betondecke nach RVS 03.08.63 [1] ist der Anteil im Bereich der Erhaltung nur sehr gering, obwohl hier auch die kleineren Instandhaltungsmaßnahmen berücksichtigt sind. Durch zwei zum Teil sehr umfassende Erhaltungsmaßnahmen liefert die Asphaltbauweise nach RVS 03.08.63 [1] einen hohen Anteil im Bereich der Erhaltung jedoch einen vergleichsweise geringen Anteil bei der Errichtung bzw. beim Neubau. Der Anteil der Erhaltung ist natürlich bei den mit Asphaltdeckschichten überbauten Betondecken etwas höher, fällt jedoch im Vergleich zum Neubau immer noch relativ gering aus.

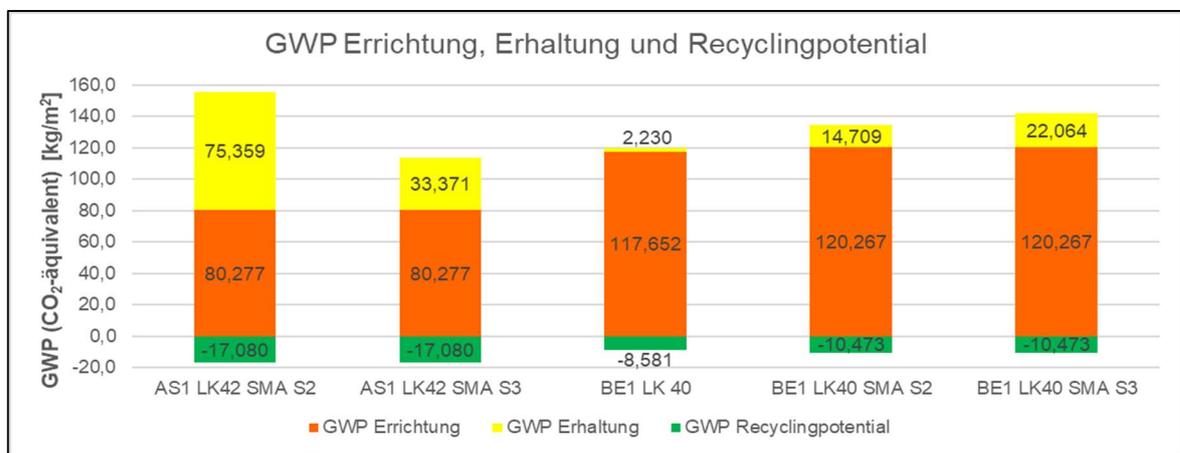


Abbildung 58: Aufteilung GWP in Abhängigkeit von Errichtung, Erhaltung und Recyclingpotential

Die nachfolgende Abbildung 59 zeigt das gesamte GWP über den gesamten untersuchten Lebenszyklus (technische Nutzungsdauer) abzgl. des ermittelten Recyclingpotentials.

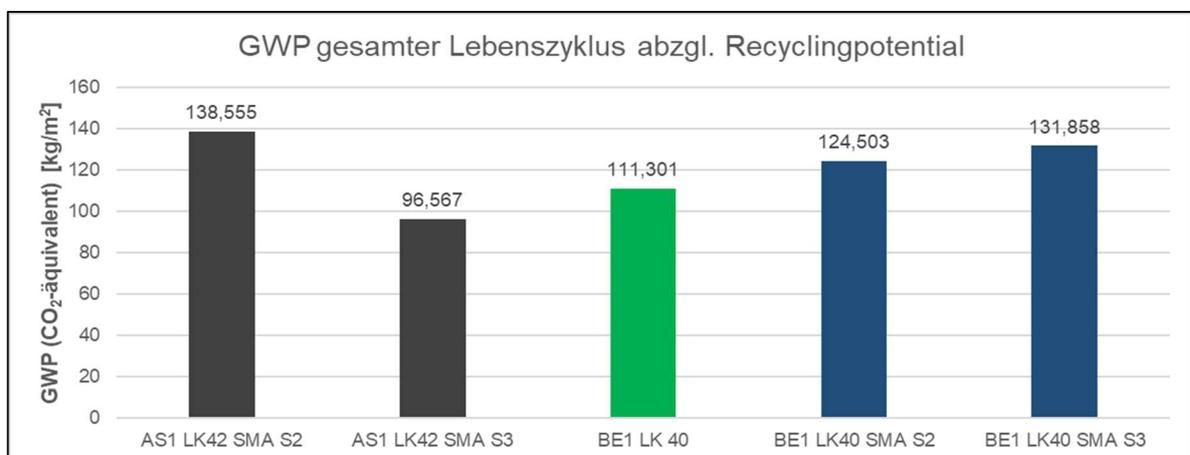


Abbildung 59: Gesamtes GWP im Lebenszyklus abzgl. Recyclingpotential

In Abbildung 60 sind die GWP-Werte ohne Berücksichtigung des Recyclingpotentials abgebildet.

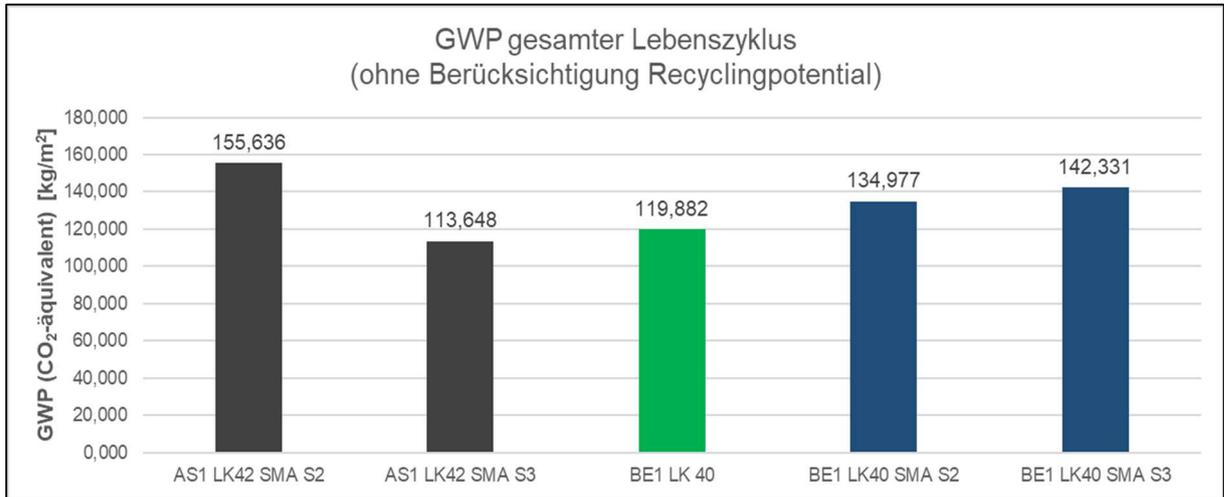


Abbildung 60: Gesamtes GWP im Lebenszyklus ohne Berücksichtigung Recyclingpotential

Der besonders geringe GWP-Anteil der Oberbauvariante AS1 LK42 SMA S3 ist auf den Umstand zurückzuführen, dass die technische Nutzungsdauer mit 40 Jahren vergleichsweise kurz ist und auch nur zwei weniger intensive Erhaltungsmaßnahmen (I_DE) im standardisierten Lebenszyklus eingerechnet werden. Ähnliches gilt auch für die nicht überbaute Betondecke. Beide Varianten schneiden beim Vergleich der Gesamtwerte am besten ab. Die beiden neuen Oberbauvarianten einer überbauten Betondecke liegen bei beiden Vergleichen zwischen den RVS-konformen Konstruktionen und sind somit bei dieser Betrachtung als „gleichwertig“ einzustufen.

Um die Nutzungsdauer bei dieser Betrachtung zu berücksichtigen, muss auch hier (ähnlich zu den Annuitäten bei der Wirtschaftlichkeitsuntersuchung) in einem nächsten Schritt das gesamte GWP auf einen jährlichen Wert normiert werden, welcher in den nachfolgenden Abbildungen (Abbildung 61 und Abbildung 62) dargestellt ist. Dabei zeigt sich, dass unter Berücksichtigung des Recyclingpotentials die beiden neuen Bauweisen ein etwas geringeres mittleres jährliches GWP aufweisen als die Betondecke und die Asphaltbauweise mit SMA S2. Bei der Variante ohne Recyclingpotential liefern die KOMBAS-Bauweisen die geringsten Werte. Die beiden neuen Oberbauvarianten einer überbauten Betondecke schneiden im Rahmen dieser Betrachtung im Vergleich zu den RVS-konformen Konstruktionen besser ab.

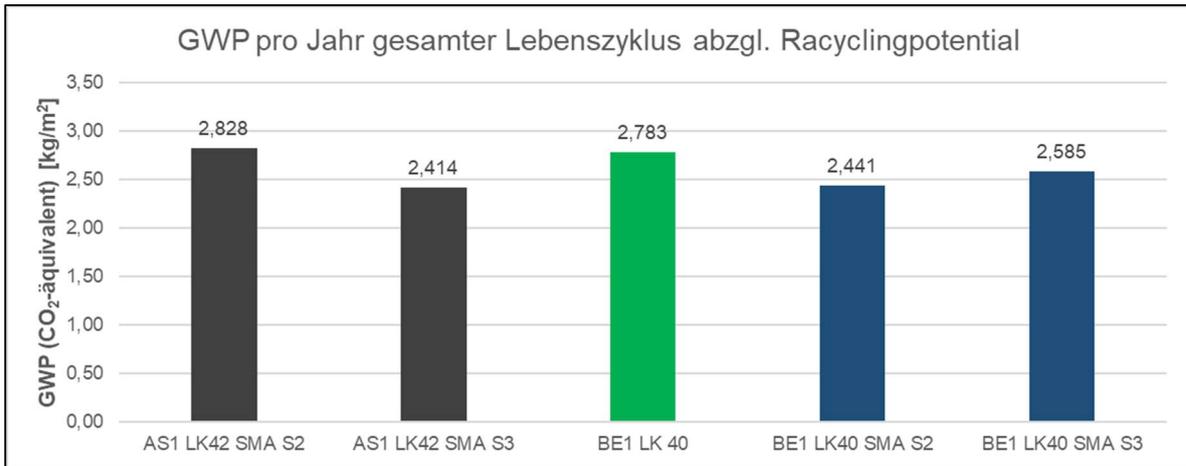


Abbildung 61: Jährliches GWP aller Oberbauvarianten abzgl. Recyclingpotential

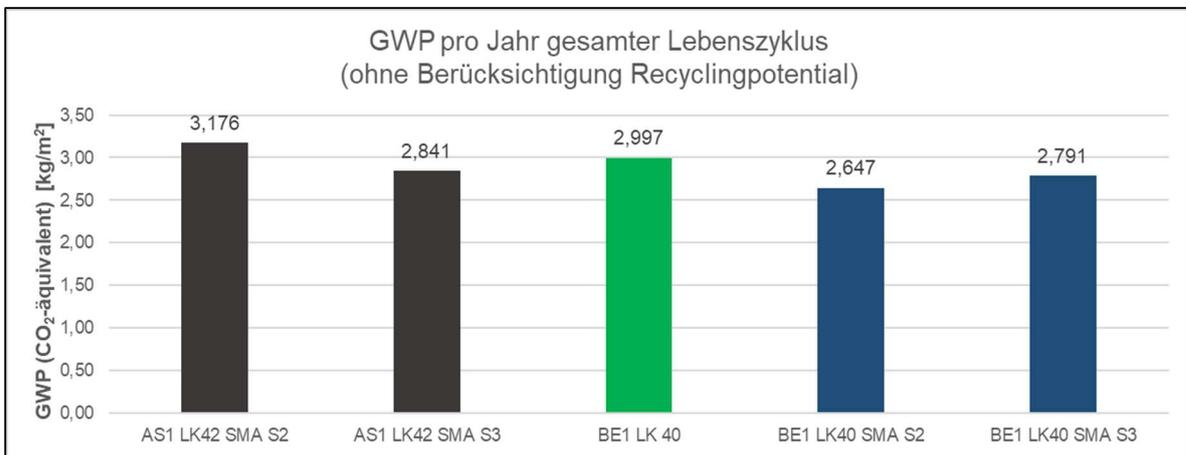


Abbildung 62: Jährliches GWP aller Oberbauvarianten ohne Berücksichtigung des Recyclingpotentials

Auch im Rahmen der vereinfachten Ökobilanz wurde eine Vergleichsrechnung mit Bezug zur Standardbauweise AS1 LK42 SMA S2 vorgenommen, die die Abweichungen wiederum in Prozent angibt. Dieser Vergleich ist in den nachfolgenden Abbildungen (Abbildung 63 und Abbildung 64) graphisch aufbereitet und zeigt nochmals den Vorteil der KOMBAS-Bauweisen gegenüber den Standardkonstruktion Asphalt mit SMA D deck S2 und Beton.

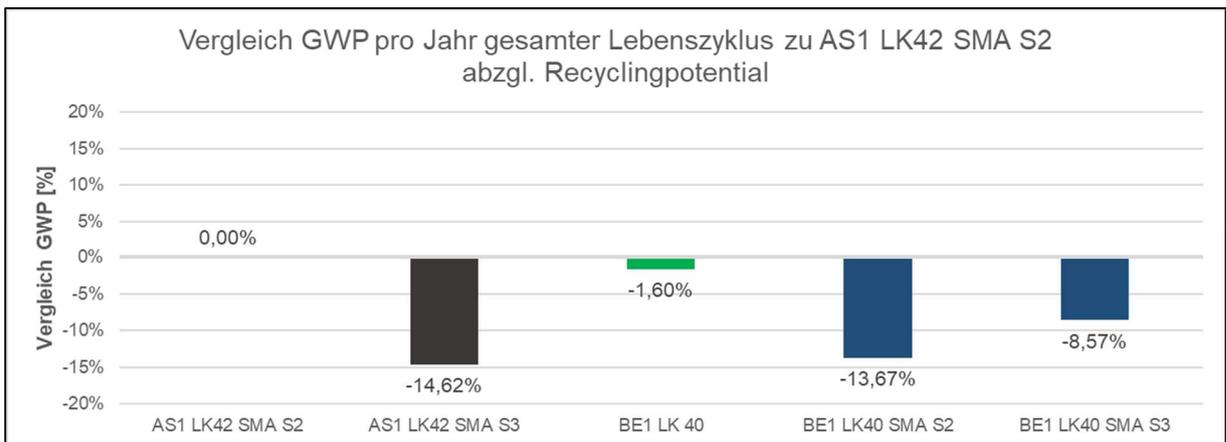


Abbildung 63: Vergleich GWP pro Jahr gesamter Lebenszyklus zu AS1 LK42 SMA S2 abzgl. Recyclingpotential

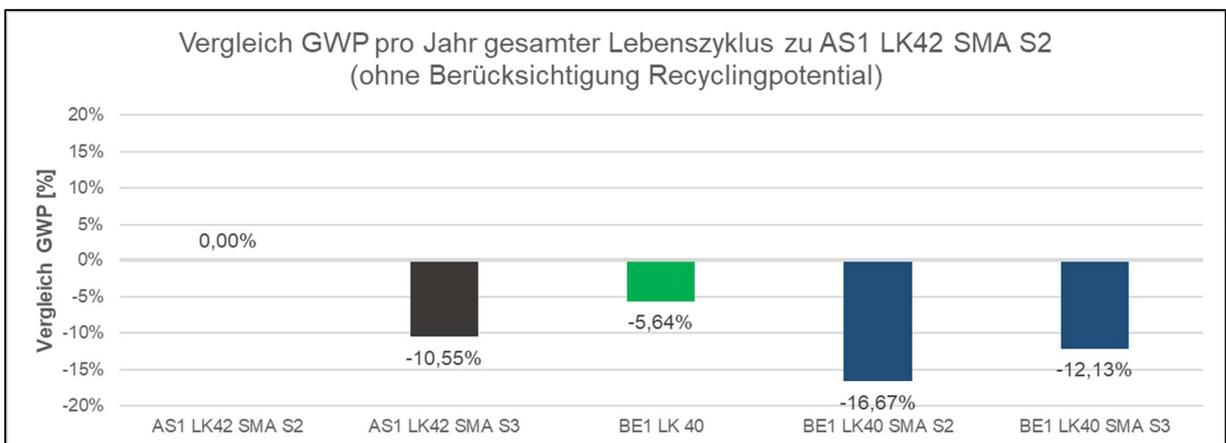


Abbildung 64: Vergleich GWP pro Jahr gesamter Lebenszyklus zu AS1 LK42 SMA S2 ohne Berücksichtigung des Recyclingpotentials

6.5 Abschätzung und Vergleich der Verfügbarkeit

Neben der Wirtschaftlichkeitsuntersuchung und der vereinfachten Ökobilanz spielt natürlich auch die Verfügbarkeit während des Lebenszyklus eine wesentliche Rolle, die über die Dauer der Beeinträchtigung durch die Erhaltungsmaßnahmen ausgedrückt werden kann. Da neben der Produktivität vor allem die Länge der Baulose, die Verkehrsführung, die Dauer der Einrichtung, etc. entscheidende Einflussfaktoren darstellen, müssten für einen solchen Vergleich Annahmen getätigt werden, die von Fall zu Fall stark streuen und somit auch die Aussagekraft des Ergebnisses beeinflussen. Aus diesem Grund wird auf einen vereinfachten Vergleich unter Verwendung von relativen Beeinträchtigungszahlen zurückgegriffen. Dabei wird einer ausgewählten Baumaßnahme, im gegenständlichen Fall der Instandsetzung Deckschicht (I_DE), ein Beeinträchtigungswert von 1,0 zugeordnet und dieser Wert mit den anderen Erhaltungsmaßnahmen in Relation gesetzt. Da auch hier die technische

Nutzungsdauer eine wesentliche Rolle spielt, werden die relativen Beeinträchtigungen anschließend unter Heranziehung der technischen Nutzungsdauer auf einen jährlichen Wert normiert und als Prozentanteil zum Vergleichsaufbau AS1 LK42 SMA S2 aufbereitet.

In der nachfolgenden Tabelle 35 sind die gewählten Beeinträchtigungswerte aufgelistet. Sie sind das Ergebnis einer ingenieurmäßigen Bewertung sowie der Auswertung von Produktivitätszahlen, die dem Projektteam aus anderen Projekten bzw. PMS-Anwendungen zur Verfügung stehen (z.B. PMS-Anwendung PPP-Y, A-Modell A5 Deutschland). Dabei muss auch ein entsprechender Anteil für die Einrichtung und den Abbau der Baustelle berücksichtigt werden. Mit Ausnahme der Instandhaltung der Fugen auf Betondecken bleiben die anderen Instandhaltungsmaßnahmen im gegenständlichen Fall unberücksichtigt, da davon ausgegangen wird, dass sie außerhalb der Spitzenzeiten des Verkehrs durchgeführt werden (z.B. in der Nacht) und auch die Einrichtung einer „festen“ Baustelle nicht erforderlich ist.

Tabelle 35: Relative Beeinträchtigungswerte Erhaltungsmaßnahmen

Erhaltungsmaßnahme	Beeinträchtigungswert
Instandsetzung – Erneuerung Deckschichte (I_DE) ¹⁾	1,0
Instandsetzung – Erneuerung Deck- und Binderschicht (I_DEBI)	1,6
Instandsetzung – Verstärkung im Tiefenbau (I_VT)	2,2
Instandsetzung – Umfangreiche Auswechslung Betonplatten (I_BEPL)	1,6
Instandhaltung – Betondecken Fugen (H_BETFUG)	0,2
Instandsetzung – Erneuerung Deckschicht und Vorbereitung Betonoberfläche sowie Fugen (I_BEDE)	1,6
Erneuerung – Erneuerung gebundener Oberbau am Ende des Lebenszyklus	4,0

1) Referenzwert

In Tabelle 36 sind die Ergebnisse der Untersuchung aufgelistet und in Abbildung 65 auch grafisch dargestellt. Damit ist es möglich, eine generelle Aussage im Hinblick auf Verkehrsbeeinträchtigung zu tätigen.

Tabelle 36: Vergleich Verfügbarkeitsbeeinträchtigung

Kennwerte Verkehrsbeeinträchtigung über die gesamte technische Nutzungsdauer	Variante				
	Oberbau gem. RVS 03.08.63			Neuer Oberbau	
	AS1 LK42 SMA S2	AS1 LK 42 SMA S3	BE1 LK40	BE1 LK40 SMA S2	BE1 LK40 SMA S3
Beeinträchtigungswert gesamt	7,8	6,6	6,2	7,2	8,8
Beeinträchtigungswert pro Jahr	0,159	0,165	0,155	0,141	0,173
% Beeinträchtigung in Bezug zur Standardbauweise AS1 LK42 SMA S2 in [%]	0%	+4%	-3%	-11%	+8%

Die rot markierten Zellen zeigen die höchsten jährlichen Werte, die Grünen die geringsten Werte

Die auf die technische Nutzungsdauer bezogene mittlere jährliche Verkehrsbeeinträchtigung ist bei der KOMBAS-Bauweise BE1 LK40 SMA S3 am höchsten, was auf den Umstand zurückzuführen ist, dass die Erhaltungsintervalle für diese Deckschichtart mit 12 Jahren geschätzt wurden und somit eine Erhaltungsmaßnahme mehr aufweisen als die SMA S2 KOMBAS-Variante, welche die geringste Verkehrsbeeinträchtigung aufweist. Wie in der Einleitung zu diesem Kapitel beschrieben, können die Werte in Abhängigkeit von der örtlichen Situation und vor allem in Abhängigkeit von der Länge des Bauloses stark streuen, sodass vor allem die Standardbauweisen als „gleichwertig“ einzustufen sind. Ein gewisser Vorteil kann jedoch der KOMBAS-Bauweise BE1 LK40 SMA S2 zugeordnet werden.

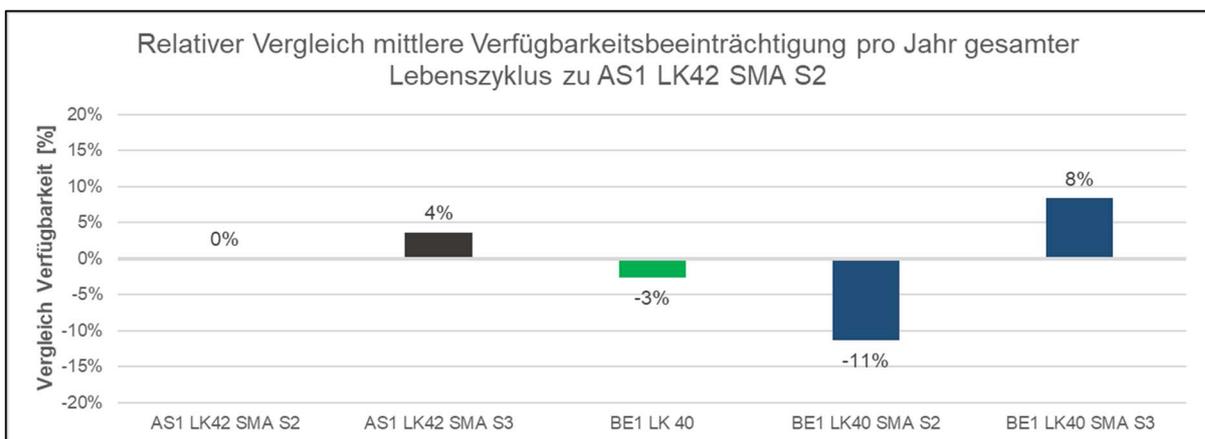


Abbildung 65: Relativer Vergleich mittlerer Verfügbarkeitsbeeinträchtigung pro Jahr mit Bezug zur Bauweise AS1 LK42 SMA S2

7 Empfehlungen zur Implementierung

Die nachfolgenden Kapitel beinhalten die Empfehlungen zur Implementierung der KOMBAS-Bauweise, wobei die entsprechenden Details hinsichtlich Anforderungen und Spezifikationen für Planung, Bau und Erhaltung dem KOMBAS-Leitfaden im Anhang D entnommen werden können. Ein Überblick des Inhalts des KOMBAS-Leitfadens mit den jeweiligen Unterkapiteln kann dem Kapitel 7.2 entnommen werden. Ergänzt werden die Empfehlungen auch durch Spezifikationen und Anforderungen von möglichen Versuchsstecken im Netz der ASFINAG, wo weiterführende Untersuchungen vorgenommen werden können, um spezielle bautechnische Fragstellungen zu beantworten.

7.1 Entwurf für die Ergänzung der kombinierten Bauweise Betondecke mit Asphaltdeckschicht im Technischen Regelwerk

Die Erfahrungen mit der KOMBAS-Bauweise zeigen, dass eine Aufnahme in die Richtlinien und Vorschriften für das Straßenwesen (RVS) sinnvoll und zweckmäßig ist. Dies bezieht sich dabei in erster Linie auf die RVS 03.08.63 [1] für die Dimensionierung im Bereich Neubau, also die Errichtung einer neuen Betondecke und einer bituminösen dünnen Asphaltdeckschicht von Beginn an. Die materialspezifischen Festlegungen dieser Bauweise sind größtenteils in den entsprechenden Richtlinien verankert oder sind im KOMBAS-Leitfaden (siehe Anhang D) zusammengestellt. Grundsätzlich kann der KOMBAS-Leitfaden auch sehr einfach in ein RVS-Merkblatt umgewandelt werden, da er die detaillierten Spezifikationen dieser Bauweise enthält.

Wie das Kapitel 5.6 zeigt, ergeben sich durch die Überbauung einer Betondecke mit einer Asphaltdeckschicht zum Teil deutliche Steigerungen bei der technischen Nutzungsdauer aus der Sicht der Ermüdung. Die Lebenszyklusanalyse liefert bei gleichbleibender Betondeckendicke (keine Reduktion der Betondeckendicke unter Berücksichtigung der Dicke der Asphaltdeckschicht) eine deutlich längere technische Nutzungsdauer, wobei die Prognosemodelle dabei nicht nur die Ermüdung, sondern auch Schäden durch Alterung berücksichtigen. Durch die Überbauung kann auf jeden Fall eine Verlängerung der technischen Nutzungsdauer erzielt werden. Somit erhöht sich auch die Lebensdauer der Betondecke, vorausgesetzt, dass, wie bereits erwähnt, durch die Überbauung keine Reduktion der Betondeckendicke vorgenommen wird. Da die Vorteile durch eine Erhöhung der technischen Nutzungsdauer aus der Sicht der Nachhaltigkeit überwiegen (geringeres

jährliches GWP gegenüber höheren jährlichen Kosten), wird empfohlen, die Betondeckendicke gem. Lastklassenberechnung nach RVS 03.08.63 [1] nicht infolge einer Asphaltüberbauung (ca. 3,0 bis 4,0 cm Dicke) zu reduzieren. Daraus ergibt sich folgende Empfehlung für eine mögliche Erweiterung der RVS 03.08.63 [1]:

- Grundsätzlich gelten die Vorgaben der RVS 03.08.63 [1]
- Die RVS 03.08.63 [1] sollte durch folgende 2 Sonderbauweisen erweitert werden:
 - SBE1 – Sonderbauweise Betondecke auf ungeb. unterer Tragschicht und Überbauung mit dünner Asphaltdecksicht mit ca. 3,0 bis 4,0 cm Dicke

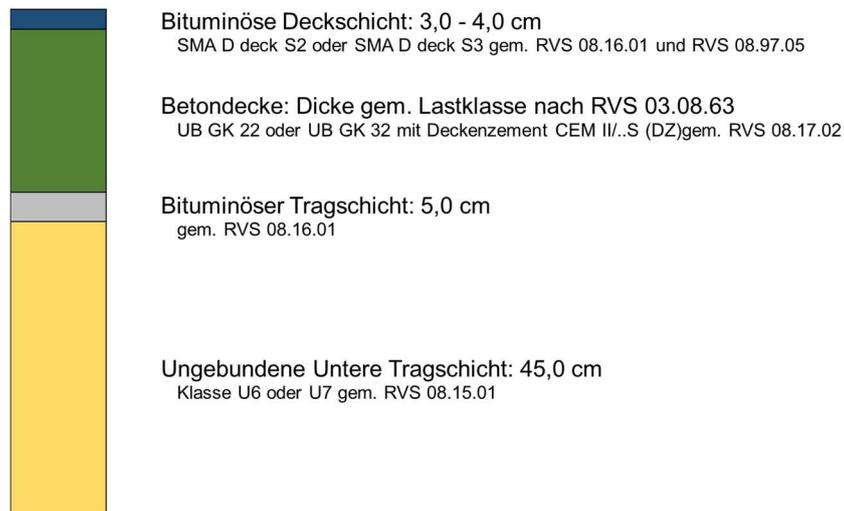


Abbildung 66: Sonderbauweise SBE1

- SBE2 – Sonderbauweise Betondecke auf hydraulisch stabilisierter Tragschicht und Überbauung mit dünner Asphaltdecksicht mit ca. 3,0 bis 4,0 cm Dicke



Abbildung 67: Sonderbauweise SBE2

- Die Bituminöse Deckschicht ist als SMA D deck S2 oder SMA D deck S3 gem. den Vorgaben der RVS 08.16.01 [5] sowie RVS 08.97.05 [4] auszuführen.
- Die Standardbemessungsperiode n beträgt für beide Sonderbauweisen 30 Jahre. Die technische Nutzungsdauer T_n ergibt sich durch die Auswahl des jeweiligen Standardlebenszyklus in Abhängigkeit von der Wahl der Asphaltdeckschicht.
- Die Berechnung der Bemessungsnormlastwechsel BNLW-Wert hat gem. RVS 03.08.63 [1] zu erfolgen. Die hierfür notwendigen Parameter bleiben unverändert.
- Die Dicke der Betondecke ist analog zur RVS 03.08.63 [1] gem. nachfolgender Tabelle 37 auszuwählen:

Tabelle 37: Dickenfestlegungen für die Betondecke der Bauweisen SBE1 und SBE2

Lastklasse gem. RVS 03.08.63 [1]	Bauweise SBE1 und SBE2	
	Dicke Betondecke	BNLW in Mio.
LK 185	29 cm	>89 bis 185
LK 89	27 cm	>40 bis 89
LK 40	25 cm	>21 bis 40
LK 21	23 cm	>18 bis 21
LK 18	22 cm	>6,5 bis 18

- Die Betondecke ist 1-lagig (als Unterbeton) gem. RVS 08.17.02 [6] auszuführen.
- Bestandsbetondecken sind gesondert zu bewerten.

Darüber hinaus wird empfohlen, bei Bestandsbetondecken eine Überbauung nur dann vorzunehmen, wenn eine rechnerische Restlebensdauer von mindestens 10 Jahren auf der Bestandsbetondecke sichergestellt werden kann (im Mittel auf der gesamten Sanierungsstrecke). Weitere Anforderungen können dem KOMBAS-Leitfaden im Anhang D entnommen werden.

7.2 Überblick Inhalt KOMBAS-Leitfaden

Der KOMBAS-Leitfaden ist so aufgebaut, dass er die Anforderungen für die Ausführung der KOMBAS-Bauweise grundsätzlich bauchronologisch beschreibt und somit dem Anwender einen guten Überblick von der Planung, der Ausführung bis zur Erhaltung bzw. zum Abbruch gibt. Der KOMBAS-Leitfaden besteht somit aus Teilkapiteln und ist eine Empfehlung. Er kann als Grundlage für die Planung, Ausschreibung und Ausführung herangezogen werden. Unter Bezugnahme auf die unterschiedlichen, zuvor vorgestellten Phasen, gliedert sich der im Anhang D enthaltene KOMBAS-Leitfaden wie folgt:

- Allgemeine Grundsätze der KOMBAS-Bauweise
- Anwendungsbereich: Erläuterung von Anwendungsmöglichkeiten der KOMBAS-Bauweise
- Technische Anforderungen und Empfehlungen Planung
 - Dimensionierung: Dimensionierung Betondecke Neubau und Anforderungen an die Tragfähigkeit von Bestandsbetondecken
 - Lebenszykluskostenanalyse: Berechnung und Bewertung der Lebenszykluskosten über den gesamten Lebenszyklus für den ausgewählten Standardlebenszyklus
 - Vereinfachte Ökobilanz: Empfehlungen zur vereinfachten Ökobilanzierung zur Bewertung der Nachhaltigkeit der Lösung als Vergleich zur Standardbauweise AS1 oder BE1
- Technische Anforderungen und Empfehlungen Ausführung
 - Anforderungen an die Betondecke
 - Betondecke Neubau: Anforderungen an die Betondecke bzgl. Material und Bauausführung sowie Gestaltung der Fugen im Bereich der Betondecke
 - Bestandsbetondecke: Anforderungen an die Betondecke bzgl. Zustand und Qualität sowie vorbereitender Maßnahmen (Sanierung einzelner Betonplatten oder Betonplattenauswechslungen, etc.)
 - Oberflächenvorbereitung Betondecke: Gestaltung und Vorbereitung der Betondecke durch entsprechende Maßnahmen (Kugelstrahlen, HDW, etc.)
 - Auswahl von Deckschichten: Auswahl und Anforderungen an die Deckschichten (z.B. minimaler Hohlraumgehalt)
 - Schichtverbund (Haftbrücke) Beton und Asphalt: Temperatur und Feuchtigkeitsanforderungen Betondecke, Anforderungen und Empfehlung beim Vorspritzen bzgl. Geräteeinsatz und Vorspritzmittel
 - Ausführung Deckschicht: Anforderungen und Empfehlungen für die Herstellung der Deckschicht sowie die Herstellung der Fugen im Betondeckenraster
 - Prüfungen: Empfehlungen zu Prüfungen, speziell neben der Haftzugfestigkeit auch die Kerbspaltzugfestigkeit
- Technische Anforderungen und Empfehlungen bauliche Erhaltung

- Instandhaltungsmaßnahmen: Überblick über laufende und/oder periodische Instandhaltungen (z.B. Fugenpflege)
- Instandsetzungsmaßnahmen – Erneuerung Deckschicht: Erläuterungen und Empfehlungen zu den Erhaltungsintervallen, den Sanierungsschritten mit entsprechenden Querverweisen zur Ausführung
- Hinweise zum Abbruch und zum Recycling
- Quellenverzeichnis

Um eine effizient anwendbare Unterlage bzw. Grundlage mit dem KOMBAS-Leitfaden bereitzustellen, wird auf umfassende Begründungen verzichtet. Diese befinden sich im gegenständlichen Endbericht, auf welchen von dort verwiesen wird.

7.3 Empfehlungen zur Auswahl und für die Anforderungen an Versuchsaufbauten und Versuchsstrecken im Netz der ASFINAG

7.3.1 Zielsetzung und Möglichkeiten einer Versuchsstrecke

Die Ergebnisse des KOMBAS-Projektes zeigen ein sehr hohes Anwendungs- und Entwicklungspotential der KOMBAS-Bauweise auf dem Straßennetz der ASFINAG. Dies wird auch durch die obige Empfehlung unterstrichen, diese Bauweise in die RVS 03.08.63 [1] als Sonderbauweise aufzunehmen. Die bis dato mit der KOMBAS-Bauweise ausgeführten Streckenabschnitte im Netz der ASFINAG zeigen mit wenigen Ausnahmen - dort wo Blasenbildungen festgestellt wurden - eine gute praktische Anwendbarkeit, wobei gerade im Bereich des Neubaus bei der Gestaltung der Betondecke eine Reihe von Fragen noch im Detail zu beurteilen wären. Dies betrifft vor allem die Gestaltung der Oberfläche, der in einschichtiger Bauweise errichteten Betondecke. Darüber hinaus wäre es sinnvoll, Versuchsstrecken mit unterschiedlichen Betondeckenvorbehandlungen zu vergleichen und auch die Frage speziell nach der Gestaltung bzw. Ausführung der Fugen in der Neubaubetondecke zu untersuchen. Die Ergebnisse der bis dato durchgeführten Untersuchungen zeigen, dass beim SMA S1 bzw. SMA S2 vor allem der Hohlraumgehalt eine wesentliche Rolle bei der Bildung von Blasen spielte. Es stellt sich jedoch auch die Frage, welche Auswirkungen die Verminderung des Größtkorns auf 8 mm auf diese Bauweise haben würde bzw. auch die Reduktion der Dicke der Asphaltdeckschicht auf unter 3 cm. Auch die Verwendung von CEM III als Betondeckenzement steht dabei zur Diskussion, der vor dem Hintergrund der CO₂-Belastung deutlich bessere Werte aufweist als der in der RVS geforderte CEM II. Für solche Varianten liegen bis dato keine Erfahrungen vor.

Aus diesem Grund wird empfohlen, Versuchsstrecken im Netz der ASFINAG mit der KOMBAS-Bauweise zu errichten und diese Variationen im Detail zu untersuchen. Dies hat einerseits den Vorteil, dass eine reale Beanspruchung des Oberbaus unter Verkehr erfolgt und andererseits die erhobenen Daten und Informationen nicht erst auf reale Bedingungen hoch- bzw. umgerechnet werden müssen. Zusätzlich können durch eine längere Betreuung über mehrere Jahre die Auswirkungen von klimatischen Bedingungen auf diese Bauweise, gerade in Bezug auf die Haltbarkeit näher untersucht werden. Ein Nachteil besteht in einem nicht zu unterschätzenden Aufwand für die Betreuung einer solchen Versuchsstrecke.

7.3.2 Allgemeine Anforderungen

Die Einrichtung einer solchen Versuchsstrecke kann im Zuge einer tiefgreifenden Erneuerung eines Bestandsabschnittes erfolgen. Eine kostensparende Lösung könnte auch die Erweiterung einer bestehenden Messstrecke sein, wo bereits ein Mindestmaß an Sensorik für die Erfassung der Verkehrsbelastung vorhanden ist (z.B. im Bereich einer vorhandenen Verkehrszählstelle).

Neben speziellen Anforderungen, die in den nachfolgenden Kapiteln aufgelistet sind, sollte die Versuchsstrecke so ausgewählt werden, dass folgende generelle Anforderungen erfüllt werden:

- Anlage der Teststrecke im Bereich einer Geraden oder eines sehr großen Kreisbogenradius sowie eines sehr geringen Längsgefälles (Längsneigung)
- Mind. 2 Richtungsfahstreifen sowie Verfügbarkeit eines Pannestreifens bzw. einer Abstellnische (im Bereich der Sensorik)
- Ausreichende Länge einer homogenen Situation (gleiche Bedingungen), mind. 200 m
- Verfügbarkeit elektrische Infrastruktur
- Sicherstellung einer laufenden Betreuung der Teststrecke und der auf der Teststrecke angebrachten bzw. eingebauten Sensorik

7.3.3 Spezielle Anforderungen Datenerhebung und Ergebnisdarstellung

Für die Beurteilung der zeitlichen Entwicklung der zu erhebenden Kennwerte des Oberflächen- bzw. Straßenzustandes sowie einer darauf aufbauenden Beurteilung und Bewertung sind detaillierte Grundlagen und Informationen erforderlich. Diese Grundlagen und Informationen sind für die Teststrecke über die Betreuungsperiode lückenlos zur Verfügung zu stellen. Dabei handelt es sich um folgende Informationsgrundlagen:

- Ergebnisse Erst-, Kontroll- und Abnahmeprüfung der Versuchsstrecke
- Aktuelle jährliche Verkehrs- und Beanspruchungsdaten.
- Ergebnisse von Materialprüfungen innerhalb der Betreuungsphase (z.B. Kerbspaltzugfestigkeit)
- Ergebnisse der messtechnischen und visuellen Straßenzustandserfassung
- Sonstige Informationen und Daten zur Beschreibung der Versuchsstrecke (Lage, Länge, Querschnitt, Neigungen, etc.)

Für eine lückenlose Aufzeichnung von Informationen und Daten sowie zur Beurteilung der zeitlichen Entwicklung von Kennzahlen und Kennwerten während der Betreuungsphase sollten folgende Aufgaben durchgeführt werden:

- Dokumentation Herstellung und Einbau Versuchsstrecke: Die Herstellung und der Einbau der einzelnen Schichten sollten in Zusammenarbeit mit der örtlichen Bauaufsicht umfassend dokumentiert werden. Die Dokumentation bezieht sich dabei auf folgende Informationen:
 - Zustand der Unterlage des gebundenen Oberbaus (verbale Beschreibung und Fotodokumentation, Zusammenstellung Ergebnisse Abnahmeprüfungen)
 - Witterungsverhältnisse und Lufttemperatur während des Aufbringens des Haftmittels und des Einbaus der Asphaltdeckschicht
 - Besondere Vorkommnisse während des Einbaus der Betondecke und der Asphaltdeckschicht (verbale Beschreibung und Fotodokumentation), insbesondere Beobachtung des Asphaltmischguteinbaus.
 - Eventuell Dokumentation des Einbaus von Sensorik im Bereich der Versuchsstrecke (verbale Beschreibung und Fotodokumentation, Zusammenstellung der Ergebnisse der Funktionsprüfungen)
 - Zustand der fertigen Betondecke und der Asphaltdeckschicht vor Verkehrsfreigabe (verbale Beschreibung und Fotodokumentation)
 - Festlegung von Prüfpunkten für die periodische Prüfung der Versuchsstrecke
 - Die Dokumentation sollte chronologisch geführt werden.
- Zusammenstellung Daten und Informationen zur Versuchsstrecke (Historisierung): Um eine zeitliche Entwicklung der Eigenschaften und des Zustandes der Versuchsstrecke zu ermöglichen (Historisierung), sollten die gesammelten Daten und Informationen historisch korrekt abgelegt und als Zeitreihen ausgewertet werden, wobei folgende Aufgaben von wesentlicher Bedeutung sind:

- Koordination der Datenerfassung und -erhebung auf der Versuchsstrecke (Datenmanagement)
- Datenablage in einer Datenbank
- Datenübertragung aus Prüfberichten und Ergebnissen von Materialuntersuchungen in die Datenbank
- Auswertungen und Erstellung von IST-Zeitreihen von Kennzahlen und Kennwerten unter Heranziehung der in der Datenbank gespeicherten Daten und Informationen

Eine erste Bohrkernentnahme sollte unmittelbar nach Fertigstellung des Oberbaus, direkt vor Verkehrsfreigabe (Zeitpunkt t_0) erfolgen. Zu diesem Zeitpunkt kann von einer ungestörten Probe ausgegangen werden. Somit ist die Charakterisierung des Materials durch Performance-Eigenschaften bestmöglich umsetzbar.

Weitere Zeitpunkte zwecks Probeentnahme sollten in einem regelmäßigen Intervall erfolgen, z. B. alle 3 Jahre, wobei hier von einer Reduktion der Anzahl an Bohrkernen auszugehen ist:

- Zeitpunkt t_1 vor Ablauf der Gewährleistung,
- Zeitpunkt $t_{1+3\text{Jahre}}$,
- Zeitpunkt t_n im Schadensfall.

Die Bohrkernentnahme zum Zeitpunkt t_0 erfolgt für einen homogenen Abschnitt. Die Anzahl der zu nehmenden Bohrkern sowie die weitere Gestaltung von Sensorik hat in Abhängigkeit von den spezifischen Fragestellungen für die Versuchsstrecke zu erfolgen.

8 Zusammenfassung und Ausblick

Wie in der Einleitung umfassend beschrieben, erfordert die zunehmende Schwerverkehrsbelastung auf vielen Abschnitten des österreichischen Autobahn- und Schnellstraßennetzes innovative Lösungen auch für den Straßenoberbau, speziell vor dem Hintergrund der Nachhaltigkeit im Bereich Bau, Erhaltung und Wiederverwendung.

Das Hauptziel des VIF-Forschungsprojektes KOMBAS (Kombinierte Bauweise Beton – Asphalt) besteht in der Entwicklung und Bewertung der bautechnischen Anforderungen an die kombinierte Bauweise „Betondecke mit Asphaltdeckschicht“ (auch häufig als „Black-Topping“ bezeichnet) sowie in der Bereitstellung eines umfassenden Leitfadens für die Bewertung und die praktische Umsetzung auf dem Straßennetz der ASFINAG. Dieser Leitfaden liefert die Grundlage für eine zukünftige Standardisierung (z.B. RVS-Merkblatt) und kann dem Anhang D entnommen werden. Dabei spielen die korrekte Auswahl der Baumaterialien (mit Schwerpunkt lärmindernde Deckschichten), die optimale Zusammensetzung der geschichteten Konstruktion (Dimensionierung), der Schichtverbund, sowie auch die wirtschaftlich-ökologische Lebenszyklusbewertung vor dem Hintergrund der höchstmöglichen Verfügbarkeit der Strecken für die Nutzer (Kunden des Straßennetzes) eine entscheidende Rolle.

Zur Entwicklung dieser kombinierten Bauweise werden in KOMBAS verschiedene technisch-wissenschaftliche Fragestellungen und Themen behandelt:

- Aufbereitung und Bewertung der aktuellen Erfahrungen mit der kombinierten Bauweise
- Detaillierte Untersuchung auf Projektebene der von der ASFINAG ausgewählten Teststrecken als Grundlage für die Vorschläge hinsichtlich Anforderungen
- Umfassende Recherche zur nationalen und internationalen Literatur
- Bautechnische Gestaltung und Bewertung der kombinierten Bauweise mit folgenden Schwerpunkten:
 - Auswahl der Baumaterialien im Bereich Betondecke, Haftbrücke und Asphaltdeckschicht
 - Schichtaufbau als Grundlage für die Standardisierung und Dimensionierung für den Neubau und Erneuerungsfall
 - Gestaltung und Vorbereitung der Betondeckenoberfläche

- Anforderungen zur Sicherstellung des Schichtenverbunds zwischen Beton und Asphalt
- Baupraktische Anforderungen bei der Herstellung (z. B. Voraussetzungen Klima, Feuchte Betondecke, etc.);
- Durchführung einer holistischen Lebenszyklusbewertung (Wirtschaftlichkeit, GWP - Global Warming Potential und Verfügbarkeit) in Form eines Vergleiches mit den Standardbauweisen der RVS 03.08.63 [1]
- Umfassende Empfehlungen für die praktische Implementierung der innovativen kombinierten Bauweise Asphalt auf Beton im Rahmen eines Leitfadens mit folgenden Schwerpunkten:
 - Bautechnische Grundlagen
 - Wirtschaftlich-ökologische Bewertung
 - Bauliche Erhaltung (Instandhaltung und Instandsetzung).

Der Leitfaden dient als Entwurf zur Aufnahme der kombinierten Bauweise Asphalt-Beton in das Technische Regelwerk (z.B. als Erweiterung bestehender RVS-Richtlinien oder als RVS-Merkblatt bzw. RVS-Arbeitspapier)

Von zentraler Bedeutung für das Projekt sind die bis dato gewonnen Erfahrungen, die auf einigen Streckenabschnitten des ASFINAG-Netzes bereits zur Verfügung stehen und auch im Rahmen von vorlaufenden Beobachtungs- und Forschungsprojekten umfassend dokumentiert sind. Hervorzuheben ist in diesem Zusammenhang die Test- und Untersuchungsstrecke auf der A1 im Bereich Böheimkirchen - St. Pölten Süd – Völlerndorf (km 46,990 bis km 64,370), wo umfassende Untersuchungen von der ASFINAG in Kooperation mit der TU-Wien vorgenommen wurden und deren Ergebnisse auch für KOMBAS herangezogen werden konnten. Auch die aktuelle Literatur liefert eine Reihe von Erkenntnissen, wobei sehr häufig die Überbauung mit Asphaltdeckschichten von durchgehend bewehrten Betondecken vorzufinden ist.

Grundsätzlich werden bei fast allen dokumentierten Varianten keine größeren Probleme verzeichnet, ausgenommen die Bildung von Blasen bei Asphaltdeckschichten mit einem vergleichsweise geringem Hohlraumgehalt. Eine umfassende Zusammenfassung sowie ein tabellarischer Vergleich zwischen aktuellen Anforderungen in Österreich und Deutschland kann dem Kapitel 3.3 entnommen werden. Die dort aufgelisteten Anforderungen sind das Ergebnis der bis dato gewonnen Erfahrungen der KOMBAS-Bauweise und eine maßgebende Grundlage für den Leitfaden im Anhang D.

Als zusätzliche Grundlage für die Empfehlungen im Leitfaden wurden neben der Auswertung von Fragebögen, die von den Experten der ASFINAG für ausgewählte Abschnitte beantwortet werden konnten (siehe hierzu Kapitel 4.1.2), weitere Untersuchungstrecken definiert und untersucht (siehe Tabelle 38).

Tabelle 38: Auswahl Untersuchungstrecken mit Bohrkernentnahme

Straße	Abschnitt	km von	km bis	RFB	FS	Bohrkernentnahme
A2	Kottingbrunn - Wr. Neustadt mehrere Abschnitte	29	46	Graz	alle	Ja
A2	Wr. Neustadt - Seebenstein	46	58	Wien	alle	Ja
A9	Deutschefeistritz	166	172	Spielfeld	alle	Ja

Folgende Eigenschaften der Oberbauschichten dieser ausgewählten Strecken wurden untersucht und miteinander verglichen:

- Schubfestigkeit
- Haftzugfestigkeit
- Verformungsanfälligkeit (Spurbildungstest)
- Scherermüdungsbeständigkeit der Schichtgrenze mittels zyklischem Scherversuch

Die Ergebnisse dieser Untersuchungen zeigen (siehe beispielsweise Abbildung 68 für die Schubfestigkeit), dass die spezifischen Anforderungen (sofern definiert) fast überall erfüllt werden und die Ergebnisse auch für die Fragestellungen im Rahmen Dimensionierung (im Neubaufall) verwendet werden können. Die detaillierten Ergebnisse der Untersuchungen können dem Kapitel 4.2 entnommen werden.

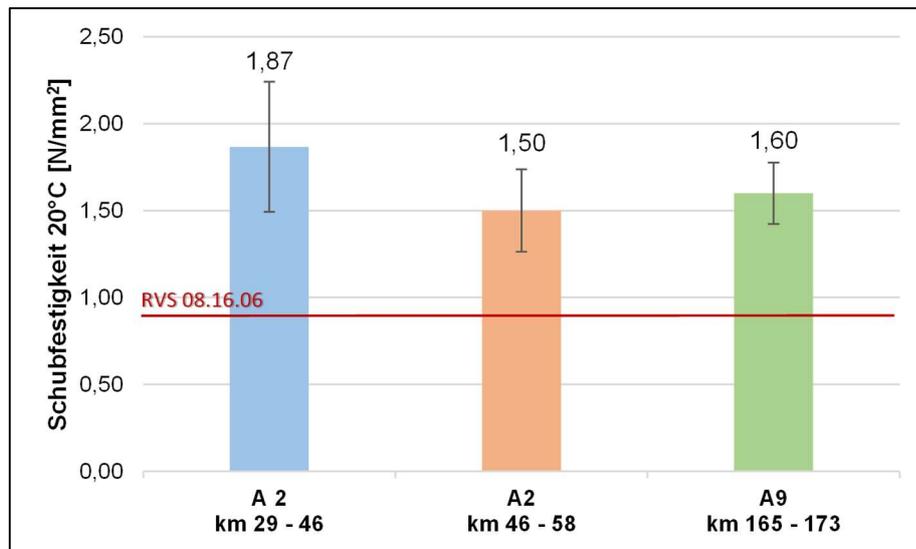


Abbildung 68: Ergebnisse der Schubfestigkeitsbestimmung

Es sei an dieser Stelle nochmals explizit erwähnt, dass die im Rahmen des Projektes vorgestellten Lösungen und Empfehlungen primär für den Neubau aber auch für die Instandsetzung oder Erneuerung einer Bestandsbetondecke herangezogen werden können, wobei die Dimensionierung sich ausschließlich auf den Fall Neubau bezieht (gem. den Anforderungen nach RVS 03.08.63 [1]). Das Überbauen einer Bestandsbetondecke mit einer dünnen Asphaltdeckschicht setzt voraus, dass die darunter liegende Betondecke entsprechende qualitative Anforderungen erfüllt, welche im Leitfaden präzisiert werden. Eine Nachrechnung der Tragfähigkeit bzw. der Restlebensdauer der Bestandsbetondecke ist jedoch nicht Gegenstand der Dimensionierungsbetrachtungen und auch nicht Teil des gegenständlichen Projektes.

Die Dimensionierungsberechnungen gehen somit vom Neubaufall aus. Dabei wurde untersucht, inwieweit eine Überbauung von Betondecken durch eine Asphaltdeckschicht, ggf. unter Variation der Dicke der Asphaltdeckschicht und der Betondecke, die theoretische Lebensdauer der Straßenbefestigung beeinflusst. Als Eingangsgrößen für die Dimensionierungsberechnungen wurden die Asphaltsteifigkeiten an im Labor hergestellten Asphalt-Probenkörpern sowie an Bohrkernen aus 2 Entnahmestellen aus der Teststrecke A2 (SMA 11 S2) ermittelt (vgl. Kapitel 4.2.4). Die theoretischen Grundlagen der Berechnungen sowie die Begründungen für die Auswahl des Rechenverfahrens (Ermüdungsnachweis entsprechend der Hypothese nach Miner) können dem Kapitel 5.6.2 entnommen werden.

Die Berechnungen zeigen, dass die Überbauung mit Asphalt zu einer deutlichen Reduktion der Schädigungssumme (nach Miner) am Ende der Bemessungsperiode führt und somit von einer Tragfähigkeitsreserve gesprochen werden kann, wenn die Betondeckendicke nicht vermindert wird. Die im Rechenmodell angesetzte Betondickendicke wirkt sich entscheidend auf die rechnerische (theoretische) Lebensdauer bei einer Überbauung aus. Weil das Rechenmodell (Mehrschichtentheorie für Mischbauweisen) nicht ohne Weiteres auf die Realität übertragen werden sollte, wird empfohlen, rechnerische Vorteile bezüglich einer Reduktion der Betondicke bautechnisch nicht ohne weitere Untersuchungen umzusetzen und stattdessen die rechnerischen Vorteile dieser Reserve zu nutzen und bei den Zustandsprognosemodellen über den Verkehrsbelastungskoeffizienten (VBI) zu berücksichtigen. Daher werden im Rahmen der holistischen Lebenszyklusbetrachtung (siehe Kapitel 6) die Oberbauvarianten ohne Reduktion der Betondicke betrachtet, konkret 3 cm Asphaltüberbauung auf 25 cm Betondecke.

In einem weiteren Schritt wurden die KOMBAS-Bauweisen einer holistischen Lebenszyklusbetrachtung unterzogen und mit den Standardbauweisen nach RVS 03.08.63 [1] verglichen. Die Berechnung erfolgte dabei nach den Vorgaben des „Handbuches Pavement Management in Österreich 2016“ [17] sowie den standardisierten Lebenszyklen für den Straßenoberbau der ASFINAG. Sämtliche Grundlagen sind im Kapitel 6 aufgelistet und beschrieben. Im Zuge der Analysen wurden folgende Schwerpunkte gesetzt:

- Wirtschaftliche Beurteilung im Rahmen einer Lebenszykluskostenanalyse, siehe hierzu Kapitel 6.3
- Ökologische Bewertung im Rahmen einer vereinfachten Öko-Bilanzierung unter Heranziehung des GWP (Global Warming Potential), siehe hierzu Kapitel 6.4

Als maßgebende Kenngröße des Vergleichs im Rahmen der Wirtschaftlichkeitsuntersuchung wurden die Annuitäten herangezogen. Hier zeigt sich bei den neuen Oberbauvarianten „Asphalt auf Beton“ zunächst sehr deutlich der Einfluss der „Dimensionierungsreserve“ aus der Überbauung mit Asphalt, da die überbauten Betondecken eine geschätzte technische Nutzungsdauer von ca. 50 Jahren erreichen. Die erhöhten Erhaltungskosten gleichen sich somit durch längere technische Nutzungsdauern aus, sodass die Differenz der Annuitäten zwischen den untersuchten Oberbauvarianten deutlich geringer ausfällt. Ein wirtschaftlicher Vorteil ist bei der Standardbauweise der Betondecke und bei der KOMBAS-Bauweise mit der SMA D deck S2 Deckschicht zu erkennen (siehe Abbildung 69).

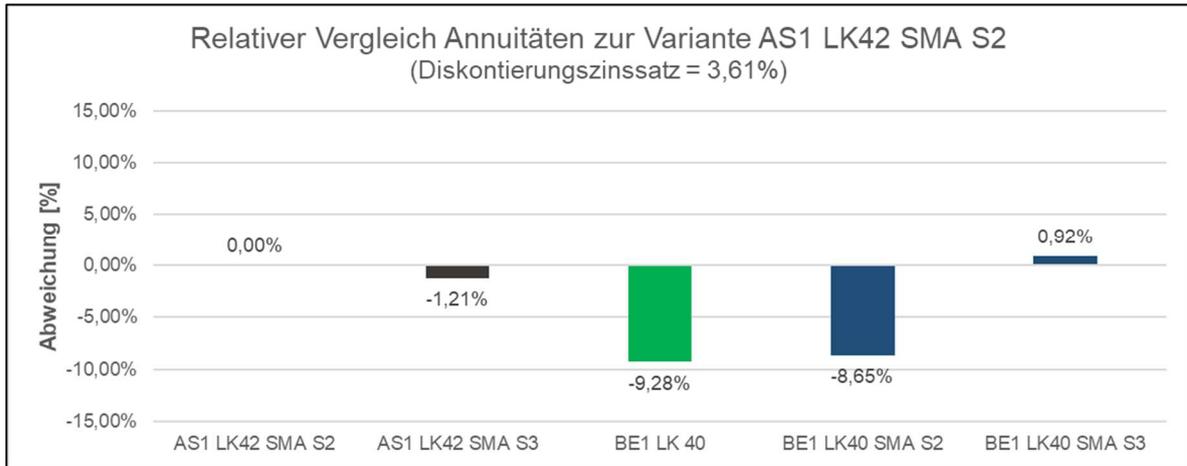


Abbildung 69: Relativer Vergleich Annuitäten der Oberbauvarianten in Bezug zur Variante AS1 LK42 SMA S2

Die geringen Annuitäten der Betondecke ohne Überbauung sowie der KOMBAS-Bauweise BE1 LK40 SMA S2 sind natürlich wesentlich von den Errichtungskosten der Betondecke abhängig. Inwieweit der Vorteil der Betonbauweise gegenüber den anderen Varianten bei einer Erhöhung des Einheitspreises der Betondecke bleibt, wurde ebenfalls untersucht (Erhöhung der Errichtungskosten für die Betondecke um 10%). Die Ergebnisse dieser Sensitivitätsuntersuchung bzw. Preisanpassung können der nachfolgenden Abbildung 70 entnommen werden.

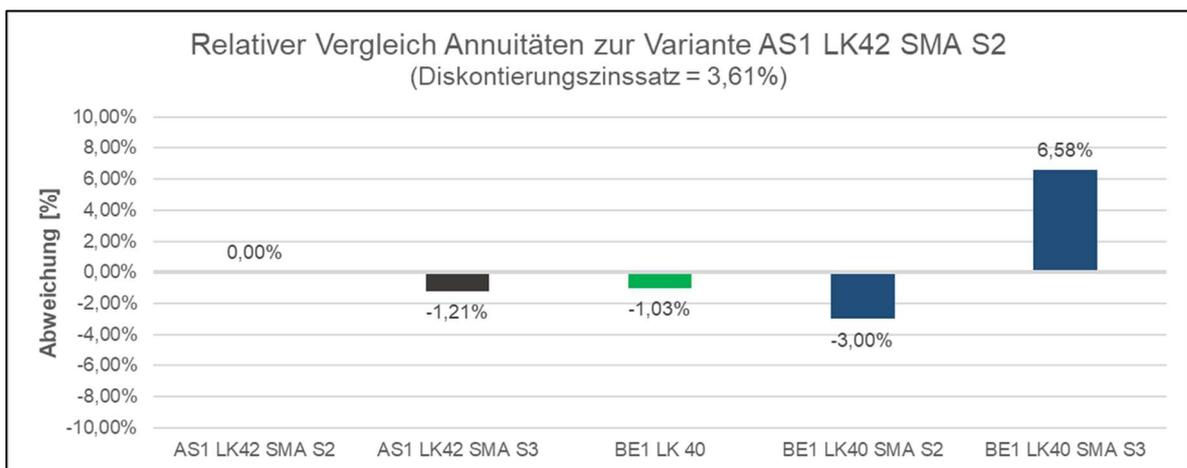


Abbildung 70: Relativer Vergleich Annuitäten zur Variante AS1 LK42 SMA S2 mit erhöhten Erstinvestitionen bei Betondecken (+10%)

Die Erhöhung der Einheitspreise führt dabei zu einer deutlichen Annäherung der Annuitäten. Lediglich die KOMBAS-Bauweise BE1 LK40 SMA S3 ist teurer als die anderen Varianten. In

diesem Zusammenhang sollte jedoch hinterfragt werden, ob sowohl aus der Sicht der Wirtschaftlichkeit aber auch aus bautechnischer Sicht tatsächlich 4 Deckschichtintervalle möglich sind, da natürlich die Kosten für die vorbereitenden Erhaltungsmaßnahmen an der Betondecke mit der Zeit steigen.

Ein ähnlicher Vergleich ist auch bei der vereinfachten Ökobilanz möglich, die als weiterer Bewertungsschritt durchgeführt wurde. Auch hier lässt sich das gesamte GWP auf einen jährlichen Wert normieren. Dabei konnte festgestellt werden, dass die beiden neuen KOMBAS-Bauweisen ein geringeres mittleres jährliches GWP aufweisen, im Vergleich zur konventionellen Betondecke und der Asphaltbauweise mit SMA S2 (mit und ohne Berücksichtigung des Recyclingpotentials am Ende der technischen Nutzungsdauer). Dieser Vergleich ist in der nachfolgenden Abbildung 71 graphisch aufbereitet und zeigt nochmals den Vorteil der KOMBAS-Bauweisen gegenüber den Standardkonstruktionen Asphalt mit SMA D deck S2 und Beton.

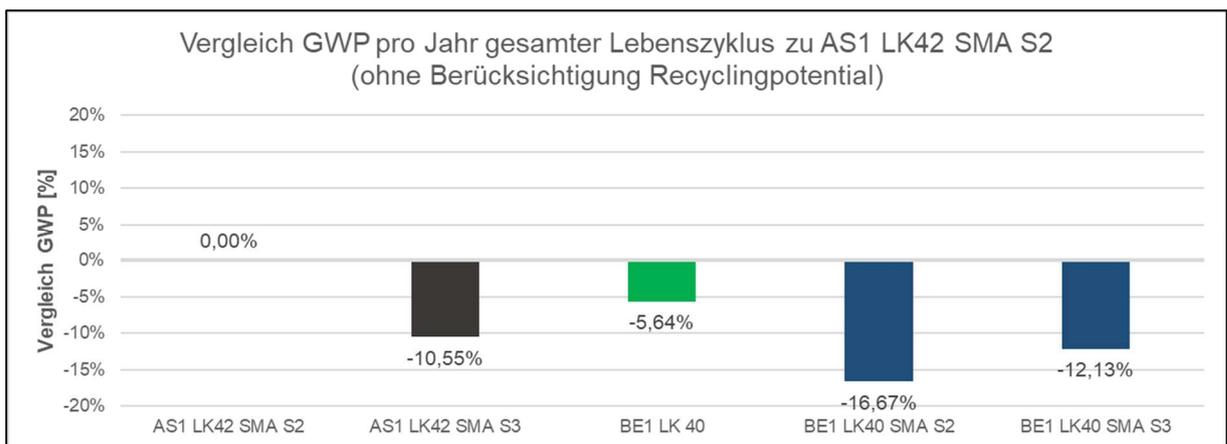


Abbildung 71: Vergleich GWP pro Jahr gesamter Lebenszyklus zu AS1 LK42 SMA S2 ohne Berücksichtigung des Recyclingpotentials

Der letzte Vergleich erfolgte über den Indikator „Verfügbarkeit“ bzw. „Verkehrsbeeinträchtigung“. Dabei wurde ein vereinfachter relativer Vergleich vorgenommen, der es ermöglicht, über die mittlere jährliche Verkehrsbeeinträchtigung eine Aussage zu tätigen. Die auf die technische Nutzungsdauer bezogene mittlere jährliche Verkehrsbeeinträchtigung ist bei der KOMBAS-Bauweise BE1 LK40 SMA S3 am höchsten, was auf den Umstand zurückzuführen ist, dass die Erhaltungsintervalle für diese Deckschichtart mit 12 Jahren geschätzt wurden und somit eine Erhaltungsmaßnahme mehr aufweisen als die SMA S2 KOMBAS-Variante, welche die geringste Verkehrsbeeinträchtigung zeigt. Die Werte können

in Abhängigkeit von der örtlichen Situation und vor allem in Abhängigkeit von der Länge des Bauloses stark streuen, sodass vor allem die Standardbauweisen als „gleichwertig“ einzustufen sind. Ein gewisser Vorteil kann jedoch der KOMBAS-Bauweise BE1 LK40 SMA S2 zugeordnet werden (siehe Abbildung 72).

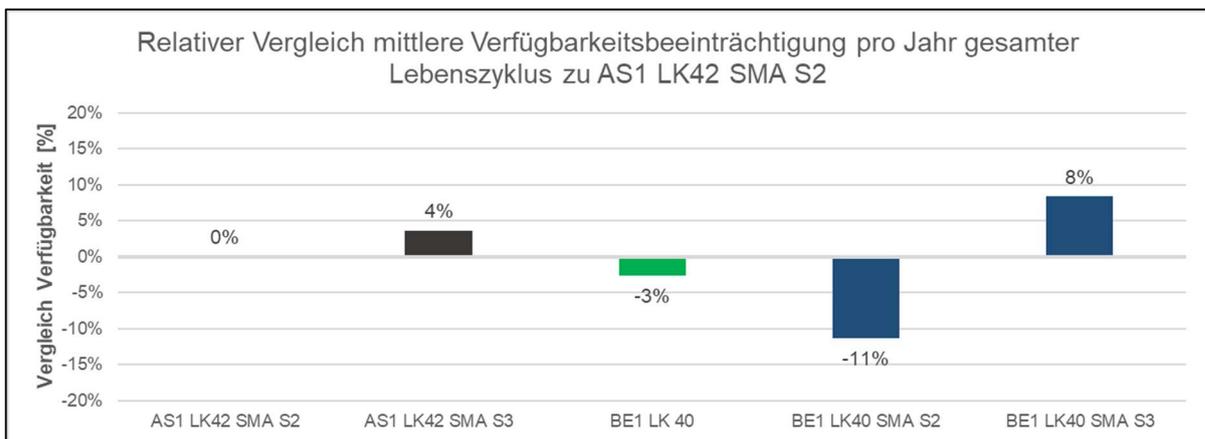


Abbildung 72: Relativer Vergleich mittlerer Verfügbarkeitsbeeinträchtigung pro Jahr mit Bezug zur Bauweise AS1 LK42 SMA S2

Das Ergebnis dieser Untersuchungen und Analysen ist der KOMBAS-Leitfaden. Dieser ist so aufgebaut, dass er die Anforderungen für die Ausführung der KOMBAS-Bauweise grundsätzlich bauchronologisch beschreibt und somit dem Anwender einen guten Überblick von der Planung, der Ausführung bis zur Erhaltung bzw. zum Abbruch gibt. Der KOMBAS-Leitfaden besteht somit aus Teilkapiteln und ist eine Empfehlung, wobei eine detaillierte Untersuchung auf Projektebene in allen Fällen vorzunehmen ist. Er kann als Grundlage für die Planung, Ausschreibung und Ausführung herangezogen werden.

Unter Bezugnahme auf die unterschiedlichen, zuvor vorgestellten Phasen, gliedert sich der im Anhang D enthaltene KOMBAS-Leitfaden in folgende Hauptkapitel:

- Allgemeine Grundsätze der KOMBAS-Bauweise
- Anwendungsbereich
- Technische Anforderungen und Empfehlungen Planung
- Technische Anforderungen und Empfehlungen Ausführung
- Technische Anforderungen und Empfehlungen bauliche Erhaltung
- Hinweise zum Abbruch und zum Recycling
- Quellenverzeichnis

Die Erfahrungen mit der KOMBAS-Bauweise zeigen, dass eine Aufnahme in das Technische Regelwerk (RVS) sinnvoll und zweckmäßig ist. Dies bezieht sich dabei in erster Linie auf die

RVS 03.08.63 [1] für die Dimensionierung im Bereich Neubau, also die Errichtung einer neuen Betondecke und einer bituminösen dünnen Asphaltdeckschicht von Beginn an. In der nachfolgenden Tabelle 39 sind die beiden KOMBAS-Bauweisen mit den entsprechenden Festlegungen der Schichten im Überblick dargestellt. Wie beschrieben und auch im Leitfaden definiert, ergibt sich die Dicke der Betondecke entsprechend den Vorgaben der RVS 03.08.63 [1].

Tabelle 39: Sonderbauweisen KOMBAS

<p>SBE1 Sonderbauweise Betondecke auf ungeb. unterer Tragschicht und Überbauung mit dünner Asphaltdecksicht mit ca. 3,0 bis 4,0 cm Dicke</p>	
	<p>Bituminöse Deckschicht: 3,0 - 4,0 cm SMA D deck S2 oder SMA D deck S3 gem. RVS 08.16.01 und RVS 08.97.05</p>
	<p>Betondecke: Dicke gem. Lastklasse nach RVS 03.08.63 UB GK 22 oder UB GK 32 mit Deckenzement CEM II/..S (DZ)gem. RVS 08.17.02</p>
	<p>Bituminöse Tragschicht: 5,0 cm gem. RVS 08.16.01</p>
	<p>Ungebundene Untere Tragschicht: 45,0 cm Klasse U6 oder U7 gem. RVS 08.15.01</p>
<p>SBE2 Sonderbauweise Betondecke auf hydraulisch stabilisierter Tragschicht und Überbauung mit dünner Asphaltdecksicht mit ca. 3,0 bis 4,0 cm Dicke</p>	
	<p>Bituminöse Deckschicht: 3,0 - 4,0 cm SMA D deck S2 oder SMA D deck S3 gem. RVS 08.16.01 und RVS 08.97.05</p>
	<p>Betondecke: Dicke gem. Lastklasse nach RVS 03.08.63 UB GK 22 oder UB GK 32 mit Deckenzement CEM II/..S (DZ)gem. RVS 08.17.02</p>
	<p>Bituminöse Tragschicht: 5,0 cm gem. RVS 08.16.01</p>
	<p>Hydraulisch gebundene Tragschicht: 20,0 cm ST-Z oder ST-T gem. RVS 08.17.01</p>
<p>Ungebundene Untere Tragschicht: 20,0 cm Klasse U8 gem. RVS 08.15.01</p>	

Die materialspezifischen Festlegungen dieser Bauweise sind größtenteils in den entsprechenden Richtlinien verankert oder sind im KOMBAS-Leitfaden (Anhang D) zusammengestellt. Grundsätzlich kann der KOMBAS-Leitfaden auch sehr einfach in ein RVS-Merkblatt oder RVS-Arbeitspapier umgewandelt werden, da er die detaillierten Spezifikationen dieser Bauweise enthält.

Die Ergebnisse des KOMBAS-Projektes zeigen ein sehr hohes Anwendungs- und Entwicklungspotential der KOMBAS-Bauweise auf dem Straßennetz der ASFINAG. Die bis dato mit der KOMBAS-Bauweise ausgeführten Streckenabschnitte im Netz der ASFINAG erzielen mit wenigen Ausnahmen - dort wo Blasenbildungen festgestellt wurden - eine gute praktische Anwendbarkeit, wobei gerade im Bereich des Neubaus bei der Gestaltung der Betondecke eine Reihe von Fragen noch im Detail zu beurteilen wären. Dies betrifft vor allem die Gestaltung der Oberfläche, der in einschichtiger Bauweise zu errichtenden Betondecke. Darüber hinaus wäre es sinnvoll, Versuchsstrecken mit unterschiedlichen Betondeckenvorbehandlungen zu vergleichen und auch die Frage speziell nach der Gestaltung bzw. Ausführung der Fugen in der Neubaubetondecke zu untersuchen. Die Anforderungen an solche Versuchsstrecken können auch diesem Bericht entnommen werden (siehe Kapitel 7.3).

Mit dem KOMBAS-Leitfaden ist es aber bereits jetzt möglich, die KOMBAS-Bauweise umfassend für einzelne Projekte zu beurteilen und dort einzusetzen, wo die Ergebnisse der Untersuchungen auch eine klare Empfehlung abgeben. Die hierfür notwendigen Verfahren und Methoden sind im Rahmen des gegenständlichen Projektes definiert bzw. ausführlich beschrieben.

Literatur

- [1] RVS 03.08.63: Bautechnische Details - Oberbaubemessung. Richtlinien und Vorschriften für das Straßenwesen, Österreichische Forschungsgesellschaft Straße – Schiene – Verkehr, Wien, 2016
- [2] RVS 03.08.64: Bautechnische Details - Oberbauverstärkung von Asphaltstraßen. Richtlinien und Vorschriften für das Straßenwesen, Österreichische Forschungsgesellschaft Straße – Schiene – Verkehr, Wien, 1992
- [3] RVS 03.08.71, Verkehrsplanung, Entscheidungshilfen, Wirtschaftlichkeitsuntersuchung von Oberbaukonstruktionen im Straßenbau. Richtlinien und Vorschriften für das Straßenwesen, Österreichische Forschungsgesellschaft Straße – Schiene – Verkehr, Wien, 2001.
- [4] RVS 08.97.05: Anforderungen an Asphaltmischgut. Richtlinien und Vorschriften für das Straßenwesen, Österreichische Forschungsgesellschaft Straße – Schiene – Verkehr, Wien, 2019
- [5] RVS 08.16.01: Anforderungen an Asphaltdecken. Richtlinien und Vorschriften für das Straßenwesen, Österreichische Forschungsgesellschaft Straße – Schiene – Verkehr, Wien, 2019
- [6] RVS 08.17.02: Technische Vertragsbedingungen – Betondecken - Deckenherstellung. Richtlinien und Vorschriften für das Straßenwesen, Österreichische Forschungsgesellschaft Straße – Schiene – Verkehr, Wien, 2011
- [7] RVS 11.03.21: Asphalt und Asphaltdecken, Prüfung und Abrechnung, Abrechnungsbeispiele. Richtlinien und Vorschriften für das Straßenwesen, Österreichische Forschungsgesellschaft Straße – Schiene – Verkehr, Wien, 2019
- [8] RVS 11.06.54: Spurbildungstest. Richtlinien und Vorschriften für das Straßenwesen, Österreichische Forschungsgesellschaft Straße – Schiene – Verkehr, Wien 1994
- [9] RVS 11.06.81: Abnahmeprüfungen. Richtlinien und Vorschriften für das Straßenwesen, Österreichische Forschungsgesellschaft Straße – Schiene – Verkehr, Wien 2015
- [10] RVS 13.01.16: Bewertung von Oberflächenschäden und Rissen auf Asphalt- und Betondecken. Richtlinien und Vorschriften für das Straßenwesen, Österreichische Forschungsgesellschaft Straße – Schiene – Verkehr, Wien 2012
- [11] RVS 13.01.51: Betondeckenerhaltung. Richtlinien und Vorschriften für das Straßenwesen, Österreichische Forschungsgesellschaft Straße – Schiene – Verkehr, Wien 2016

- [12] RVS Arbeitspapier Nr. 02 Vorspritzten mit Bitumenemulsionen. Richtlinien und Vorschriften für das Straßenwesen, Österreichische Forschungsgesellschaft Straße – Schiene – Verkehr, Wien 2016
- [13] ZTV Asphalt-StB 07/13: Zusätzliche Technische Vertragsbedingungen und Richtlinien für den Bau von Verkehrsflächenbefestigungen aus Asphalt. FGSV Forschungsgesellschaft für Straßen- und Verkehrswesen, Deutschland, 2013
- [14] ZTV BEA-StB 09/13: Zusätzliche Technische Vertragsbedingungen und Richtlinien für die Bauliche Erhaltung von Verkehrsflächenbefestigungen – Asphaltbauweisen. FGSV Forschungsgesellschaft für Straßen- und Verkehrswesen, Deutschland, 2013
- [15] ZTV BEB-StB: Zusätzliche Technische Vertragsbedingungen und Richtlinien für die Bauliche Erhaltung von Verkehrsflächenbefestigungen – Betonbauweisen. FGSV Forschungsgesellschaft für Straßen- und Verkehrswesen, Deutschland, 2015
- [16] TL BE-StB 15: Technische Lieferbedingungen für Bitumenemulsionen. FGSV Forschungsgesellschaft für Straßen- und Verkehrswesen, Deutschland, 2015
- [17] Weninger-Vycudil A., Brozek B. Simanek P., Litzka J.: Handbuch Pavement Management in Österreich 2016. Handbuch im Auftrag der ASFINAG (unveröffentlicht), Wien, Fassung 2019
- [18] B.3 Technische Vertragsbestimmungen für den Straßen- und Brückenbau der ASFINAG, be203030 V18, gültig ab 2022-01-01
- [19] Empfehlungen für die Schadensdiagnose und die Bauliche Erhaltung von AKR-geschädigten Fahrbahndecken aus Beton. Diverse Autoren, Fortschreibung April 2012
- [20] Weninger-Vycudil A. und Brozek B.: Bewertung Straßenoberbau auf der Grundlage von standardisierten Lebenszyklen- Standard-Life-Cycle-Assessment (S-LCA). Dokument im Auftrag der ASFINAG (Entwurf, unveröffentlicht), Wien, 2019/2020
- [21] ASFINAG: Planungshandbuch Straße – Technische Richtlinie. ASFINAG, Version 6.0, Wien, 2020
- [22] Zehetner M.: Asphaltüberbau bei Betonfahrbahnen. Diplomarbeit, ausgeführt an der FH Campus Wien, 2015
- [23] Hofko B., Eberhardsteiner L., Dimitrov M. und Bayraktarova K.: Verbund Asphaltdecke auf Betondecke - Wissenschaftliche Betreuung der Versuchsstrecke. Schlussbericht, im Auftrag der ASFINAG, Wien 2017
- [24] Schreiner J.G.: Blasenbildung bei Asphaltdeckschichten auf Betondecken. Diplomarbeit, ausgeführt an der Universität für Bodenkultur. Wien 2020

- [25] Hofko B., Eberhardsteiner L., Dimitrov M. und Bayraktarova K.: Behaviour of the interface bonding between asphalt overlays and rigid pavements. Proceedings of the 9th International Conference on Maintenance and Rehabilitation of Pavements - Mairepav9, Volume 76, Springer, Switzerland, 2020
- [26] Neußner E.: Straßenbefestigungen mit Schichten aus Asphalt und Beton – Überblick über nationale und internationale Konzeptionen. Straße und Autobahn 9/95, Kirschbaum Verlag, Bonn, 1995
- [27] Großhans D. und Tschierschke G.: Höhensparende Überbauung von Betonstraßen mit Hilfe der SAMI-Bauweise. Straße und Autobahn 3.2008, Kirschbaum Verlag, Bonn, 2008
- [28] Höller S.: Asphalt auf Beton - Die Komposition für die Zukunft. Straße und Autobahn 2.2009, Kirschbaum Verlag, Bonn, 2009
- [29] M BEB – Merkblatt für die bauliche Erhaltung von Verkehrsflächen aus Beton. Forschungsgesellschaft für Straßen und Verkehrswesen (FGSV), Köln, 2009
- [30] Hersel O., Kampen R. und Peck M.: Nachhaltige Bauweise für die Zukunft: Dünne Asphaltbeläge auf Betondecken. Aktuelles zu Betonstraßen und zur Verkehrsinfrastruktur – Update 2/12, Interessensgemeinschaft Betonstraßen, Schweiz, 2012
- [31] Schmerbeck R.: Asphaltmischgut für Dünne Asphaltdeckschichten im Heißeinbau auf Versiegelung. Straße und Autobahn 11.2009, Kirschbaum Verlag, Bonn, 2009
- [32] VdZ Ad-hoc Arbeitsgruppe: Dünne Asphaltbeläge auf Betondecken. Sachstandbericht, Verein Deutscher Zementwerke e.V., 2010
- [33] Dirnhofer H. C.: Theoretische und experimentelle Untersuchungen dünner Asphaltdeckschichten auf durchgehend bewehrten Betondecken. Dissertation, ausgeführt an der Ingenieur fakultät Bau Geo Umwelt der Technischen Universität München, 2015
- [34] Nijssen G., Jurriaans G., Kramer W.A.: A 27-Year old CRP, only with a new porous asphalt top layer, still fit for the future. Rijkswaterstaat, Vortrag, Prag, 2014
- [35] Hazanovich L., Lederle R., Tomkins D., Harvey J. and Signore J.: Guidelines for the Rehabilitation of Concrete Pavements Using Asphalt Overlays. FHWA TPF-5(149) Design and Construction Guidelines for Thermally Insulated Concrete Pavements, USA, 2013
- [36] ÖNORM B 3639-1: Technische Asphalte für den Straßenbau und verwandte Gebiete - Prüfung - Teil 1: Schubverbund von Asphalt schichten, Wien, 2016.

- [37] ÖNORM B 3639-2: Technische Asphalte für den Straßenbau und verwandte Gebiete - Prüfung - Teil 2: Haftverbund von Asphaltschichten, Wien, 2016.
- [38] ÖNORM B 4710-1: Beton - Festlegung, Eigenschaften, Herstellung, Verwendung und Konformität - Teil 1: Regeln zur Umsetzung der ÖNORM EN 206 für Normal- und Schwerbeton, Wien, 2018.
- [39] ÖNORM EN 12697-24: Asphalt-Prüfverfahren für Heißasphalte - Teil 24: Beständigkeit gegen Ermüdung, Wien, 2019
- [40] ÖNORM EN 1766: Produkte und Systeme für den Schutz und die Instandsetzung von Betontragwerken - Prüfverfahren - Referenzbetone für Prüfungen, Wien, 2017
- [41] ÖNORM EN 12697-26: Asphalt-Prüfverfahren für Heißasphalte - Teil 26: Steifigkeit Asphalt-Probekörpern, Wien, 2018
- [42] ÖNORM B 3592: 2011: Bestimmung der Kerb-Spaltzugfestigkeit und der spezifischen Bruchenergie von Baustoffen, Baustoffverbindungen und Verbundwerkstoffen. Austrian Standards, Wien, 2011
- [43] AFBB: Arbeitshilfen Flugbetriebsflächen – Bemessung, Bau und bauliche Erhaltung von Flugbetriebsflächen der Bundeswehr, Bonn, 2005
- [44] RDO - Asphalt 09. Richtlinien für die rechnerische Dimensionierung des Oberbaus von Verkehrsflächen mit Asphaltdecke, Köln, Forschungsgesellschaft für Straßen- und Verkehrswesen. FGSV-Verlag, Köln, 2009
- [45] RVS 03.08.68. Rechnerische Dimensionierung von Asphaltstraßen. Österreichische Forschungsgesellschaft Straße – Schiene - Verkehr, Wien, 2018
- [46] RVS 03.08.69. Rechnerische Dimensionierung von Betonstraßen. Österreichische Forschungsgesellschaft Straße – Schiene - Verkehr, Wien, 2020
- [47] Wellner, F.; Ascher, D.: Untersuchungen zur Wirksamkeit des Haftverbundes und dessen Auswirkungen auf die Lebensdauer von Asphaltbefestigungen. Hg. v. AiF-Forschungsvereinigung, Deutsches Asphaltinstitut e.v. - DAi. Bonn, 2007
- [48] Wistuba, M. P.; Isailović, I.; Büchler, St.: Zyklische Schersteifigkeits- und Scherermüdungsprüfung zur Bewertung und Optimierung des Schichtenverbundes in Straßenbefestigungen aus Asphalt. Schlussbericht Nr. 17634 BG/2, i A. der AIF, 2016
- [49] Weninger-Vycudil A.: Life Cycle Management – Skriptum zur Vorlesung Lebenszyklusmanagement. FH Campus Wien, 2022
- [50] ASFINAG: Jahresfinanzbericht 2021, Wien, 2022

- [51] ÖNORM EN ISO 14044: Umweltmanagement - Ökobilanz - Anforderungen und Anleitungen, Austrian Standards, konsolidierte Fassung 2021
- [52] Holldorp C. und Mayer T.: Ökopprofil für Asphalt- und Betonbauweisen von Fahrbahnen. Im Auftrag des deutschen Asphaltverbandes, Biberach 2009
- [53] ÖKOBAUDAT: Datenbank des Bundesministeriums für Wohnen, Stadtentwicklung und Bauwesen. <https://www.oekobaudat.de>, BRD, 2022
- [54] www.baubook.at: Die Datenbank für ökologisches Bauen und Sanieren. <https://www.baubook.at>, Wien, 2022

Kombinierte Bauweise Beton – Asphalt

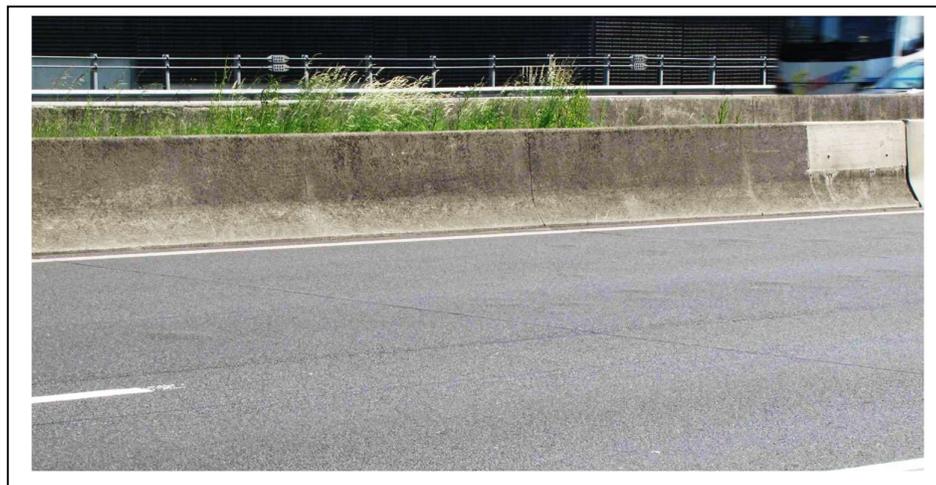
KOMBAS

ANHANG A

Leerfragebogen und ausgefüllte

Fragebögen Teststrecken

April 2022



Dipl.-Ing.Dr. Alfred WENINGER-VYCUDIL

Univ.Prof.Dipl.-Ing.Dr. Michael WISTUBA

Dr.-Ing. Jens GRÖNINGER

Dipl.-Ing.Dr. Martin BUCHTA

Dipl.-Ing.Dr. Georgi CHANKOV

em.Univ.Prof.Dipl.-Ing.Dr. Johann LITZKA

Fragebogen

Streckenabschnitte mit kombinierter Bauweise
Asphaltdeckschicht auf Betondecke

Zum Fragebogen

Im Rahmen der Verkehrsinfrastrukturforschung 2019 wurde das Forschungsprojekt KOMBAS seitens der ASFINAG initiiert. Das Ziel dieses Projektes besteht in der Bewertung und Weiterentwicklung der kombinierten Bauweise Asphaltdeckschicht auf Beton. Dazu ist es notwendig Information über bereits bestehende Streckenabschnitte zu sammeln und die daraus ableitbaren Erfahrungen im Projekt zu berücksichtigen.

Das Ausfüllen dieses Fragebogens benötigt je Streckenabschnitt ca. 20 bis 30 Minuten. Bitte übersenden Sie den ausgefüllten Fragebogen als Worddokument an Hr. DI Mario Krmek (mario.krmek@asfinag.at) und an Hr. Dr. Martin Buchta (martin.buchta@nievelt.at).

Vielen Dank für Ihre Unterstützung im Rahmen dieses VIF-Forschungsprojektes!

Informationen zum Streckenabschnitt

Straße:

Richtungsfahrbahn:

Von-KM:

Bis-KM:

Fahrstreifen:

Bitte kontrollieren und ergänzen Sie ggf. die Informationen zum Streckenabschnitt in der beiliegenden Streckenabschnittstabelle.

Projektinformationen

Liegt die Baubeschreibung und das Leistungsverzeichnis für die gegenständliche Baumaßnahme vor bzw. können diese beschafft werden?

Antwort:

Falls bereits Dokumente vorhanden, bitte legen Sie die Dokumente dem Fragebogen als weitere Anlage (elektronisch) bei.

Entscheidungsfindung

Welche Grundlagen hat es für die Entscheidungsfindung für diese Bauweise gegeben?

Antwort:

Welche Art der Voruntersuchungen wurden an der zu überbauenden Betondecke durchgeführt (z.B. Tragfähigkeitsmessungen (Querkraftübertragung), Abreißversuche, Strahlversuche)

Antwort:

Betondecke (vor Überbauung)

Alter und Zustand der Betondecke vor der Überbauung?

Antwort:

Wurden vorlaufend Betoninstandsetzungsmaßnahmen durchgeführt, wenn ja, welche?

Antwort:

Vorbehandlung Betondecke

Wie wurde die Betonfahrbahn vorbehandelt (genaue Beschreibung der Maßnahmen, z.B. Höchstdruckstrahlen, Angabe des Drucks und der Geschwindigkeit, Kugelstraßen, An- bzw. Abfräsen des Oberbetons)?

Antwort:

Welches Vorspritzmittel wurde eingesetzt und welche Menge wurde appliziert? Wie wurde die ausgeführte Vorspritzmenge festgelegt?

Antwort:

Einbaubedingungen

Beschreiben Sie bitte die Wetterbedingungen während der Baudurchführung (interessant ist der Zeitpunkt zwischen der Vorbehandlung der Betondecke und dem Asphalteinbau).

Antwort:

Liegen Bautagesberichte vor bzw. können diese beschafft werden?

Antwort:

Falls bereits Dokumente vorhanden, bitte legen Sie die Dokumente dem Fragebogen als weitere Anlage (elektronisch) bei.

Fugenausführung in Asphaltdeckschicht

Wurde der Fugenraster aus der Betonfahrbahn in die Asphaltdeckschicht nachgeschnitten?

Antwort:

Wie wurde der Fugenverguss ausgeführt (z.B. Stufenschnitt, Schnittbreiten, Abfasen)?

Antwort:

Abnahme- und Gewährleistungsprüfung

Liegen Ergebnisse der Abnahmeprüfung (z.B. Verdichtung, Schubfestigkeit) vor? Wenn ja, bitte legen Sie die Prüfberichte bei.

Antwort:

Liegen Ergebnisse der Gewährleistungsprüfung (z.B. Verformung, Risse) vor? Wenn ja, bitte legen Sie die Prüfberichte bei.

Antwort:

Erfahrungen

Berichten Sie bitte über Erfahrungen mit dieser Bauweise (z.B. Schäden, Ausbrüche an den Fugen, Probleme mit dem Verbund zwischen der Asphaltschicht und der Betonfahrbahn, Lebensdauer, Ausmagerung der Asphaltdeckschicht).

Antwort:

Berichten Sie bitte über Erfahrungen in der Erhaltung dieser Bauweise und beschreiben Sie bitte den Erhaltungsaufwand (z.B. Erhaltungsaufwand bei den Fugen, insb. im Vergleich zu angrenzenden Streckenschnitten mit anderen Bauweisen).

Antwort:

Anmerkungen

Bitte geben Sie, falls notwendig, Anmerkungen bzw. liefern Sie weitere relevante Angaben.

Vielen Dank für die Unterstützung!

Fragebogen

Streckenabschnitte mit kombinierter Bauweise
Asphaltdeckschicht auf Betondecke

Zum Fragebogen

Im Rahmen der Verkehrsinfrastrukturforschung 2019 wurde das Forschungsprojekt KOMBAS seitens der ASFINAG initiiert. Das Ziel dieses Projektes besteht in der Bewertung und Weiterentwicklung der kombinierten Bauweise Asphaltdeckschicht auf Beton. Dazu ist es notwendig Information über bereits bestehende Streckenabschnitte zu sammeln und die daraus ableitbaren Erfahrungen im Projekt zu berücksichtigen.

Das Ausfüllen dieses Fragebogens benötigt je Streckenabschnitt ca. 20 bis 30 Minuten. Bitte übersenden Sie den ausgefüllten Fragebogen als Worddokument an Hr. DI Mario Krmek (mario.krmek@asfinag.at) und an Hr. Dr. Martin Buchta (martin.buchta@nievelt.at).

Vielen Dank für Ihre Unterstützung im Rahmen dieses VIF-Forschungsprojektes!

Informationen zum Streckenabschnitt

Straße: A1

Richtungsfahrbahn: Wien

Von-KM: 32,17

Bis-KM: 34,74

Fahrstreifen: alle

Bitte kontrollieren und ergänzen Sie ggf. die Informationen zum Streckenabschnitt in der beiliegenden Streckenabschnittstabelle.

Projektinformationen

Liegt die Baubeschreibung und das Leistungsverzeichnis für die gegenständliche Baumaßnahme vor bzw. können diese beschafft werden?

Antwort:

Falls bereits Dokumente vorhanden, bitte legen Sie die Dokumente dem Fragebogen als weitere Anlage (elektronisch) bei.

Entscheidungsfindung

Welche Grundlagen hat es für die Entscheidungsfindung für diese Bauweise gegeben?

Antwort: Gutachten Fa. Nievelt

Welche Art der Voruntersuchungen wurden an der zu überbauenden Betondecke durchgeführt (z.B. Tragfähigkeitsmessungen (Querkraftübertragung), Abreißversuche, Strahlversuche)

Antwort:

Betondecke (vor Überbauung)

Alter und Zustand der Betondecke vor der Überbauung?

Antwort: Herstellungsjahr 1987, 2007 Fahrstreifenerweiterung und SMA S3 Überbauung

Wurden vorlaufend Betoninstandsetzungsmaßnahmen durchgeführt, wenn ja, welche?

Antwort:

Vorbehandlung Betondecke

Wie wurde die Betonfahrbahn vorbehandelt (genaue Beschreibung der Maßnahmen, z.B. Höchstdruckstrahlen, Angabe des Drucks und der Geschwindigkeit, Kugelstraßen, An- bzw. Abfräsen des Oberbetons)?

Antwort: alte Asphaltsschicht wurde abgefräst, lose Betonteile entfernt und saniert, dann HDW-Reinigung

Welches Vorspritzmittel wurde eingesetzt und welche Menge wurde appliziert? Wie wurde die ausgeführte Vorspritzmenge festgelegt?

Antwort: PmB

Einbaubedingungen

Beschreiben Sie bitte die Wetterbedingungen während der Baudurchführung (interessant ist der Zeitpunkt zwischen der Vorbehandlung der Betondecke und dem Asphalteinbau).

Antwort:

Liegen Bautagesberichte vor bzw. können diese beschafft werden?

Antwort:

Falls bereits Dokumente vorhanden, bitte legen Sie die Dokumente dem Fragebogen als weitere Anlage (elektronisch) bei.

Fugenausführung in Asphaltdeckschicht

Wurde der Fugenraster aus der Betonfahrbahn in die Asphaltsschicht nachgeschnitten?

Antwort: ja

Wie wurde der Fugenverguss ausgeführt (z.B. Stufenschnitt, Schnittbreiten, Abfasen)?

Antwort:

Abnahme- und Gewährleistungsprüfung

Liegen Ergebnisse der Abnahmeprüfung (z.B. Verdichtung, Schubfestigkeit) vor? Wenn ja, bitte legen Sie die Prüfberichte bei.

Antwort: ja in Papierform im Archiv in St. Pölten, Gutachten TU-Wien

Liegen Ergebnisse der Gewährleistungsprüfung (z.B. Verformung, Risse) vor? Wenn ja, bitte legen Sie die Prüfberichte bei.

Antwort: ja in Papierform im Archiv in St. Pölten, Video

Erfahrungen

Berichten Sie bitte über Erfahrungen mit dieser Bauweise (z.B. Schäden, Ausbrüche an den Fugen, Probleme mit dem Verbund zwischen der Asphalttschicht und der Betonfahrbahn, Lebensdauer, Ausmagerung der Asphaltdeckschicht).

Antwort: Längsnaht in der Fahrspur Oberflächenschäden durch Befahrung von LKW mit Schneeketten (GIS Video)

Berichten Sie bitte über Erfahrungen in der Erhaltung dieser Bauweise und beschreiben Sie bitte den Erhaltungsaufwand (z.B. Erhaltungsaufwand bei den Fugen, insb. im Vergleich zu angrenzenden Streckenschnitten mit anderen Bauweisen).

Antwort: einige Kleinflächensanierungen vor allem am 1. Fahrstreifen (vormals Pannestreifen)

Anmerkungen

Bitte geben Sie, falls notwendig, Anmerkungen bzw. liefern Sie weitere relevante Angaben.

Vielen Dank für die Unterstützung!

Fragebogen

Streckenabschnitte mit kombinierter Bauweise
Asphaltdeckschicht auf Betondecke

Zum Fragebogen

Im Rahmen der Verkehrsinfrastrukturforschung 2019 wurde das Forschungsprojekt KOMBAS seitens der ASFINAG initiiert. Das Ziel dieses Projektes besteht in der Bewertung und Weiterentwicklung der kombinierten Bauweise Asphaltdeckschicht auf Beton. Dazu ist es notwendig Information über bereits bestehende Streckenabschnitte zu sammeln und die daraus ableitbaren Erfahrungen im Projekt zu berücksichtigen.

Das Ausfüllen dieses Fragebogens benötigt je Streckenabschnitt ca. 20 bis 30 Minuten. Bitte übersenden Sie den ausgefüllten Fragebogen als Worddokument an Hr. DI Mario Krmek (mario.krmek@asfinag.at) und an Hr. Dr. Martin Buchta (martin.buchta@nievelt.at).

Vielen Dank für Ihre Unterstützung im Rahmen dieses VIF-Forschungsprojektes!

Informationen zum Streckenabschnitt

Straße: A1

Richtungsfahrbahn: Salzburg

Von-KM: 46,99

Bis-KM: 64,37

Fahrstreifen: 2. + 3.

Bitte kontrollieren und ergänzen Sie ggf. die Informationen zum Streckenabschnitt in der beiliegenden Streckenabschnittstabelle.

Projektinformationen

Liegt die Baubeschreibung und das Leistungsverzeichnis für die gegenständliche Baumaßnahme vor bzw. können diese beschafft werden?

Antwort: Ja

Falls bereits Dokumente vorhanden, bitte legen Sie die Dokumente dem Fragebogen als weitere Anlage (elektronisch) bei.

Entscheidungsfindung

Welche Grundlagen hat es für die Entscheidungsfindung für diese Bauweise gegeben?

Antwort: Gutachten Fa. Nievelt

Welche Art der Voruntersuchungen wurden an der zu überbauenden Betondecke durchgeführt (z.B. Tragfähigkeitsmessungen (Querkraftübertragung), Abreißversuche, Strahlversuche)

Antwort:

Betondecke (vor Überbauung)

Alter und Zustand der Betondecke vor der Überbauung?

Antwort:

Wurden vorlaufend Betoninstandsetzungsmaßnahmen durchgeführt, wenn ja, welche?

Antwort: ja, Platten auswechseln, Kantenschäden sanieren

Vorbehandlung Betondecke

Wie wurde die Betonfahrbahn vorbehandelt (genaue Beschreibung der Maßnahmen, z.B. Höchstdruckstrahlen, Angabe des Drucks und der Geschwindigkeit, Kugelstraßen, An- bzw. Abfräsen des Oberbetons)?

Antwort: Kugelstrahlen (Gutachten Nievelt über optimale Vorbehandlung)

Welches Vorspritzmittel wurde eingesetzt und welche Menge wurde appliziert? Wie wurde die ausgeführte Vorspritzmenge festgelegt?

Antwort: C60Pb1

Einbaubedingungen

Beschreiben Sie bitte die Wetterbedingungen während der Baudurchführung (interessant ist der Zeitpunkt zwischen der Vorbehandlung der Betondecke und dem Asphalteinbau).

Antwort:

Liegen Bautagesberichte vor bzw. können diese beschafft werden?

Antwort: Ja

Falls bereits Dokumente vorhanden, bitte legen Sie die Dokumente dem Fragebogen als weitere Anlage (elektronisch) bei.

Fugenausführung in Asphaltdeckschicht

Wurde der Fugenraster aus der Betonfahrbahn in die Asphaltdeckschicht nachgeschnitten?

Antwort: ja

Wie wurde der Fugenverguss ausgeführt (z.B. Stufenschnitt, Schnittbreiten, Abfasen)?

Antwort:

Abnahme- und Gewährleistungsprüfung

Liegen Ergebnisse der Abnahmeprüfung (z.B. Verdichtung, Schubfestigkeit) vor? Wenn ja, bitte legen Sie die Prüfberichte bei.

Antwort: ja

Liegen Ergebnisse der Gewährleistungsprüfung (z.B. Verformung, Risse) vor? Wenn ja, bitte legen Sie die Prüfberichte bei.

Antwort: Gewährleistungsprüfungen sind im Laufen

Erfahrungen

Berichten Sie bitte über Erfahrungen mit dieser Bauweise (z.B. Schäden, Ausbrüche an den Fugen, Probleme mit dem Verbund zwischen der Asphaltschicht und der Betonfahrbahn, Lebensdauer, Ausmagerung der Asphaltdeckschicht).

Antwort: keine wesentlichen Probleme

Berichten Sie bitte über Erfahrungen in der Erhaltung dieser Bauweise und beschreiben Sie bitte den Erhaltungsaufwand (z.B. Erhaltungsaufwand bei den Fugen, insb. im Vergleich zu angrenzenden Streckenschnitten mit anderen Bauweisen).

Antwort: derzeit noch kein Erhaltungsaufwand

Anmerkungen

Bitte geben Sie, falls notwendig, Anmerkungen bzw. liefern Sie weitere relevante Angaben.

Vielen Dank für die Unterstützung!

Fragebogen

Streckenabschnitte mit kombinierter Bauweise
Asphaltdeckschicht auf Betondecke

Zum Fragebogen

Im Rahmen der Verkehrsinfrastrukturforschung 2019 wurde das Forschungsprojekt KOMBAS seitens der ASFINAG initiiert. Das Ziel dieses Projektes besteht in der Bewertung und Weiterentwicklung der kombinierten Bauweise Asphaltdeckschicht auf Beton. Dazu ist es notwendig Information über bereits bestehende Streckenabschnitte zu sammeln und die daraus ableitbaren Erfahrungen im Projekt zu berücksichtigen.

Das Ausfüllen dieses Fragebogens benötigt je Streckenabschnitt ca. 20 bis 30 Minuten. Bitte übersenden Sie den ausgefüllten Fragebogen als Worddokument an Hr. DI Mario Krmek (mario.krmek@asfinag.at) und an Hr. Dr. Martin Buchta (martin.buchta@nievelt.at).

Vielen Dank für Ihre Unterstützung im Rahmen dieses VIF-Forschungsprojektes!

Informationen zum Streckenabschnitt

Straße: A1

Richtungsfahrbahn: beide

Von-KM: 100,20

Bis-KM: 108,14

Fahrstreifen: alle

Bitte kontrollieren und ergänzen Sie ggf. die Informationen zum Streckenabschnitt in der beiliegenden Streckenabschnittstabelle.

Projektinformationen

Liegt die Baubeschreibung und das Leistungsverzeichnis für die gegenständliche Baumaßnahme vor bzw. können diese beschafft werden?

Antwort: ja

Falls bereits Dokumente vorhanden, bitte legen Sie die Dokumente dem Fragebogen als weitere Anlage (elektronisch) bei.

Entscheidungsfindung

Welche Grundlagen hat es für die Entscheidungsfindung für diese Bauweise gegeben?

Antwort: Gutachten Fa. Nievelt

Welche Art der Voruntersuchungen wurden an der zu überbauenden Betondecke durchgeführt (z.B. Tragfähigkeitsmessungen (Querkraftübertragung), Abreißversuche, Strahlversuche)

Antwort: Maßnahmen (Überbauung) aufgrund von Griffigkeitsmängeln erforderlich

Betondecke (vor Überbauung)

Alter und Zustand der Betondecke vor der Überbauung?

Antwort: ca. 15 Jahre

Wurden vorlaufend Betoninstandsetzungsmaßnahmen durchgeführt, wenn ja, welche?

Antwort: wenige Kantensanierungen

Vorbehandlung Betondecke

Wie wurde die Betonfahrbahn vorbehandelt (genaue Beschreibung der Maßnahmen, z.B. Höchstdruckstrahlen, Angabe des Drucks und der Geschwindigkeit, Kugelstraßen, An- bzw. Abfräsen des Oberbetons)?

Antwort: Höchstdruckwasserstrahlen 2000 bar

Welches Vorspritzmittel wurde eingesetzt und welche Menge wurde appliziert? Wie wurde die ausgeführte Vorspritzmenge festgelegt?

Antwort: C60PB1 gemäß Arbeitspapier 2

Einbaubedingungen

Beschreiben Sie bitte die Wetterbedingungen während der Baudurchführung (interessant ist der Zeitpunkt zwischen der Vorbehandlung der Betondecke und dem Asphalteinbau).

Antwort:

Liegen Bautagesberichte vor bzw. können diese beschafft werden?

Antwort:

Falls bereits Dokumente vorhanden, bitte legen Sie die Dokumente dem Fragebogen als weitere Anlage (elektronisch) bei.

Fugenausführung in Asphaltdeckschicht

Wurde der Fugenraster aus der Betonfahrbahn in die Asphaltdeckschicht nachgeschnitten?

Antwort: ja

Wie wurde der Fugenverguss ausgeführt (z.B. Stufenschnitt, Schnittbreiten, Abfasen)?

Antwort:

Abnahme- und Gewährleistungsprüfung

Liegen Ergebnisse der Abnahmeprüfung (z.B. Verdichtung, Schubfestigkeit) vor? Wenn ja, bitte legen Sie die Prüfberichte bei.

Antwort: ja

Liegen Ergebnisse der Gewährleistungsprüfung (z.B. Verformung, Risse) vor? Wenn ja, bitte legen Sie die Prüfberichte bei.

Antwort: ja

Erfahrungen

Berichten Sie bitte über Erfahrungen mit dieser Bauweise (z.B. Schäden, Ausbrüche an den Fugen, Probleme mit dem Verbund zwischen der Asphaltdeckschicht und der Betonfahrbahn, Lebensdauer, Ausmagerung der Asphaltdeckschicht).

Antwort: Blasenbildung

Berichten Sie bitte über Erfahrungen in der Erhaltung dieser Bauweise und beschreiben Sie bitte den Erhaltungsaufwand (z.B. Erhaltungsaufwand bei den Fugen, insb. im Vergleich zu angrenzenden Streckenschnitten mit anderen Bauweisen).

Antwort: mehrmaliges Aufbohren der Blasen und anschließend niederwalzen

Anmerkungen

Bitte geben Sie, falls notwendig, Anmerkungen bzw. liefern Sie weitere relevante Angaben.

Diplomarbeit Martin Zehetner

Vielen Dank für die Unterstützung!

Fragebogen

Streckenabschnitte mit kombinierter Bauweise
Asphaltdeckschicht auf Betondecke

Zum Fragebogen

Im Rahmen der Verkehrsinfrastrukturforschung 2019 wurde das Forschungsprojekt KOMBAS seitens der ASFINAG initiiert. Das Ziel dieses Projektes besteht in der Bewertung und Weiterentwicklung der kombinierten Bauweise Asphaltdeckschicht auf Beton. Dazu ist es notwendig Information über bereits bestehende Streckenabschnitte zu sammeln und die daraus ableitbaren Erfahrungen im Projekt zu berücksichtigen.

Das Ausfüllen dieses Fragebogens benötigt je Streckenabschnitt ca. 20 bis 30 Minuten. Bitte übersenden Sie den ausgefüllten Fragebogen als Worddokument an Hr. DI Mario Krmek (mario.krmek@asfinag.at) und an Hr. Dr. Martin Buchta (martin.buchta@nievelt.at).

Vielen Dank für Ihre Unterstützung im Rahmen dieses VIF-Forschungsprojektes!

Informationen zum Streckenabschnitt

Straße: A02 Süd Autobahn

Richtungsfahrbahn: Arnoldstein und RFB Wien

Von-KM: 27,760 bzw. km 27,760

Bis-KM: 29,350 bzw. km 29,000

Fahrstreifen: PS + 1. FS 2010 neue Asphaltkonstruktion, 2. + 3. FS 2010+2011 3 cm fräsen und 3 cm SMA S1 eingebaut.

Bitte kontrollieren und ergänzen Sie ggf. die Informationen zum Streckenabschnitt in der beiliegenden Streckenabschnittstabelle.

Projektinformationen

Liegt die Baubeschreibung und das Leistungsverzeichnis für die gegenständliche Baumaßnahme vor bzw. können diese beschafft werden?

Antwort: Ist vorhanden und liegt bei.

Falls bereits Dokumente vorhanden, bitte legen Sie die Dokumente dem Fragebogen als weitere Anlage (elektronisch) bei.

Entscheidungsfindung

Welche Grundlagen hat es für die Entscheidungsfindung für diese Bauweise gegeben?

Antwort: Die Betondecke aus 1965 zeigte in diesem Abschnitt Risse und Oberflächenschäden, zahlreich Flickstellen aus Asphalt und zahlreiche erneuerte Betonplatten. Am 2. Fahrstreifen war vor der Instandsetzung 2010 bereits eine Asphaltdeckschicht vorhanden, in der RFB Wien von km 27,7 bis km 28,6 auch am 3. Fahrstreifen.

Aufgrund des Einnahmenverlusts nach der Wirtschaftskrise 2008-2009 und der noch offenen Entscheidung über eine Fahrstreifenerweiterung, wurde damals die Entscheidung getroffen, keine Generalerneuerung sondern eine Instandsetzung durchzuführen. Es wurde der 1. Fahrstreifen und der Pannestreifen in Asphaltbauweise erneuert und am 2. und 3. Fahrstreifen 3 cm abgefräst und 3 cm SMA S1 eingebaut. Vor der Asphaltüberbauung wurde die alte Betondecke instandgesetzt und zahlreiche Betonplatten ausgetauscht (ca. 30%).

Welche Art der Voruntersuchungen wurden an der zu überbauenden Betondecke durchgeführt (z.B. Tragfähigkeitsmessungen (Querkraftübertragung), Abreißversuche, Strahlversuche)

Antwort: Keine vorlaufenden Voruntersuchungen vorhanden. Es wurde während der Baumsetzung die Betondecke auf Hohllagen mittels Hammer durch die ÖBA Depisch+Tecton überprüft. Hohlliegende Betonplatten wurden erneuert.

Betondecke (vor Überbauung)

Alter und Zustand der Betondecke vor der Überbauung?

Antwort: Die Betondecke aus 1965 zeigte in diesem Abschnitt Risse und Oberflächenschäden, zahlreich Flickstellen aus Asphalt und zahlreiche erneuerte Betonplatten. Am 2. Fahrstreifen war vor der Instandsetzung 2010 bereits eine Asphaltdeckschicht vorhanden, in der RFB Wien von km 27,7 bis km 28,6 auch am 3. Fahrstreifen.

Wurden vorlaufend Betoninstandsetzungsmaßnahmen durchgeführt, wenn ja, welche?

Antwort: Es wurde 2010 vor der Überbauung die Betondecke instandgesetzt, die vorhandenen Risse, Kanten und Eckabbrüche wurden saniert, gebrochene Betonplatten wurden ausgetauscht (ca. 30%).

Vorbehandlung Betondecke

Wie wurde die Betonfahrbahn vorbehandelt (genaue Beschreibung der Maßnahmen, z.B. Höchstdruckstrahlen, Angabe des Drucks und der Geschwindigkeit, Kugelstraßen, An- bzw. Abfräsen des Oberbetons)?

Antwort: Der vorhandene Dünnschichtbelag wurde in einer Dicke von 2-3 cm abgefräst. Die Vorbehandlung der Betondecke wurde mittels HDW 100 bar lt. PL Harnisch durchgeführt.

Welches Vorspritzmittel wurde eingesetzt und welche Menge wurde appliziert? Wie wurde die ausgeführte Vorspritzmenge festgelegt?

Antwort: Vorspritzen mit PmB gemäß LBVI ausgeschrieben. Einbau von SMA 11 PmB 45/80-50, S1, G1 mit absplitten. PL Harnisch

Einbaubedingungen

Beschreiben Sie bitte die Wetterbedingungen während der Baudurchführung (interessant ist der Zeitpunkt zwischen der Vorbehandlung der Betondecke und dem Asphalteinbau).

Antwort: Möglicherweise im Papierakt vorhanden, lt. PL Harnisch.

Liegen Bautagesberichte vor bzw. können diese beschafft werden?

Antwort: Sind im Papierakt vorhanden, lt. PL Harnisch.

Falls bereits Dokumente vorhanden, bitte legen Sie die Dokumente dem Fragebogen als weitere Anlage (elektronisch) bei.

Fugenausführung in Asphaltdeckschicht

Wurde der Fugenraster aus der Betonfahrbahn in die Asphaltdeckschicht nachgeschnitten?

Antwort: Ja

Wie wurde der Fugenverguss ausgeführt (z.B. Stufenschnitt, Schnittbreiten, Abfasen)?

Antwort: Bituminöse Fugen 10/30 Heißverguß bei den Längsfugen und Querschnitten und 20/30 bei den Raumschnitten, PL Harnisch.

Abnahme- und Gewährleistungsprüfung

Liegen Ergebnisse der Abnahmeprüfung (z.B. Verdichtung, Schubfestigkeit) vor? Wenn ja, bitte legen Sie die Prüfberichte bei.

Antwort: Sind im Papierakt vorhanden, lt. PL Harnisch.

Liegen Ergebnisse der Gewährleistungsprüfung (z.B. Verformung, Risse) vor? Wenn ja, bitte legen Sie die Prüfberichte bei.

Antwort: Griffigkeitsmessung aus 2015 liegt bei.

Erfahrungen

Berichten Sie bitte über Erfahrungen mit dieser Bauweise (z.B. Schäden, Ausbrüche an den Fugen, Probleme mit dem Verbund zwischen der Asphaltdeckschicht und der Betonfahrbahn, Lebensdauer, Ausmagerung der Asphaltdeckschicht).

Antwort: Es sind keine nennenswerten Schäden vorhanden.

Berichten Sie bitte über Erfahrungen in der Erhaltung dieser Bauweise und beschreiben Sie bitte den Erhaltungsaufwand (z.B. Erhaltungsaufwand bei den Fugen, insb. im Vergleich zu angrenzenden Streckenschnitten mit anderen Bauweisen).

Antwort: Der Erhaltungsaufwand ist hier bisher sehr gering, es waren bisher keine größeren Erhaltungsmaßnahmen notwendig.
Der befestigte innere Seitenstreifen aus Kleinsteinpflaster wurde durch Asphalt ersetzt.

Anmerkungen

Bitte geben Sie, falls notwendig, Anmerkungen bzw. liefern Sie weitere relevante Angaben.

Vielen Dank für die Unterstützung!

Fragebogen

Streckenabschnitte mit kombinierter Bauweise
Asphaltdeckschicht auf Betondecke

Zum Fragebogen

Im Rahmen der Verkehrsinfrastrukturforschung 2019 wurde das Forschungsprojekt KOMBAS seitens der ASFINAG initiiert. Das Ziel dieses Projektes besteht in der Bewertung und Weiterentwicklung der kombinierten Bauweise Asphaltdeckschicht auf Beton. Dazu ist es notwendig Information über bereits bestehende Streckenabschnitte zu sammeln und die daraus ableitbaren Erfahrungen im Projekt zu berücksichtigen.

Das Ausfüllen dieses Fragebogens benötigt je Streckenabschnitt ca. 20 bis 30 Minuten. Bitte übersenden Sie den ausgefüllten Fragebogen als Worddokument an Hr. DI Mario Krmek (mario.krmek@asfinag.at) und an Hr. Dr. Martin Buchta (martin.buchta@nievelt.at).

Vielen Dank für Ihre Unterstützung im Rahmen dieses VIF-Forschungsprojektes!

Informationen zum Streckenabschnitt

Straße: A02 Süd Autobahn

Richtungsfahrbahn: Arnoldstein und Wien

Von-KM: 29,350 bzw. km 29,000

Bis-KM: 46,086 bzw. km 45,475

Fahrstreifen: RFB Arnoldstein km 29,350 bis km 44,170 PS + 1. FS 2005-2006 neue Asphaltkonstruktion, 2. + 3. FS 2013-2015 4 cm fräsen und 4 cm SMA S2 eingebaut.
RFB Arnoldstein km 44,170-46,086 PS, 1.-3.FS 2013 4 cm fräsen und 4 cm SMA S2 eingebaut.

RFB Wien km 29,0 bis km 45,47 PS + 1. FS 2005-2006 neue Asphaltkonstruktion, 2. + 3. FS 2014+2015 4 cm fräsen und 4 cm SMA S2 eingebaut.

Bitte kontrollieren und ergänzen Sie ggf. die Informationen zum Streckenabschnitt in der beiliegenden Streckenabschnittstabelle.

Projektinformationen

Liegt die Baubeschreibung und das Leistungsverzeichnis für die gegenständliche Baumaßnahme vor bzw. können diese beschafft werden?

Antwort: Ist vorhanden und liegt bei.

Falls bereits Dokumente vorhanden, bitte legen Sie die Dokumente dem Fragebogen als weitere Anlage (elektronisch) bei.

Entscheidungsfindung

Welche Grundlagen hat es für die Entscheidungsfindung für diese Bauweise gegeben?

Antwort:

Die Betondecke aus 1965 zeigte in diesem Abschnitt Risse und Oberflächenschäden, zahlreich Flickstellen aus Asphalt und zahlreiche erneuerte Betonplatten. Am 2. Fahrstreifen war vor der Instandsetzung 2010 bereits eine Asphaltdeckschicht vorhanden, in der RFB Arnoldstein von km 31,0 bis km 33,6 sowie von km 36,7 bis km 38,600 auch am 3. Fahrstreifen und in der RFB Wien von km 33,4 bis km 33,950 sowie von km 36,6 bis km 38,600 und km 42,8 bis km 43,6 auch am 3. Fahrstreifen.

Aufgrund des Einnahmenverlusts nach der Wirtschaftskrise 2008-2009 und der noch offenen Entscheidung über eine Fahrstreifenerweiterung, wurde damals die Entscheidung getroffen, keine Generalerneuerung sondern eine Instandsetzung der Deckschicht am 2. und 3. Fahrstreifen durchzuführen. Es wurden am 2. und 3. Fahrstreifen 4 cm abgefräst und 4 cm SMA S1 eingebaut. Vor der Asphaltüberbauung wurde die alte Betondecke instandgesetzt und zahlreiche Betonplatten ausgetauscht.

Welche Art der Voruntersuchungen wurden an der zu überbauenden Betondecke durchgeführt (z.B. Tragfähigkeitsmessungen (Querkraftübertragung), Abreißversuche, Strahlversuche)

Antwort: Tragfähigkeitsmessungen mittel FWD, Messung der Längs- und Querebenheit, Dickenmessung des gebundenen Oberbaues und Aufnahme der Oberflächenschäden.

Betondecke (vor Überbauung)

Alter und Zustand der Betondecke vor der Überbauung?

Antwort: Die Betondecke aus 1965 zeigte in diesem Abschnitt Risse und Oberflächenschäden, zahlreich Flickstellen aus Asphalt und zahlreiche erneuerte Betonplatten. Am 2. Fahrstreifen war vor der Instandsetzung 2010 bereits eine Asphaltdeckschicht vorhanden, in der RFB Arnoldstein von km 31,0 bis km 33,6 sowie von km 36,7 bis km 38,600 auch am 3. Fahrstreifen und in der RFB Wien von km 33,4 bis km 33,950 sowie von km 36,6 bis km 38,600 und km 42,8 bis km 43,6 auch am 3. Fahrstreifen.

Wurden vorlaufend Betoninstandsetzungsmaßnahmen durchgeführt, wenn ja, welche?

Antwort: Es wurde vor der Überbauung die Betondecke instandgesetzt, die vorhandenen Risse, Kanten und Eckabbrüche wurden saniert, gebrochene Betonplatten wurden ausgetauscht.

Vorbehandlung Betondecke

Wie wurde die Betonfahrbahn vorbehandelt (genaue Beschreibung der Maßnahmen, z.B. Höchstdruckstrahlen, Angabe des Drucks und der Geschwindigkeit, Kugelstraßen, An- bzw. Abfräsen des Oberbetons)?

Antwort:

Der vorhandene Dünnschichtbelag wurde in einer Dicke von 2-3 cm abgefräst. Die Vorbehandlung der Betondecke wurde mittels HDW 300 bar durchgeführt.

Spezialreinigen der Oberflächen von gebundenen Schichten mit Hochdruck- Wasserstrahl mit mind. 300 bar Druck über die gesamte Breite des Spritzbalkens.

Die Wasseraufbringung ist mittels hydraulisch betriebenen rotierenden Düsenarmen mit einer Drehzahl von 800-1000/U/min bei einer Fahrgeschwindigkeit von max. 1,5 km/h durchzuführen. Der Abstand zwischen Wasserdüsen und der zu reinigenden Fläche darf max. 5 cm und der Abstand zwischen Wasserdüsen und Absaugung max. 20 cm betragen.

Oberflächenbehandlung Betonfeldsanierung:

Hochdruckwasserstrahlen von horizontalen oder leicht geneigten, unbeschichteten Betonoberflächen (zuvor sanierte Betondeckenfelder) zur Sicherstellung des Verbundes zwischen saniertem Betonfeld und bituminöser Deckschicht.

Die Strahlparameter (Wassermenge etc.) sind an den Untergrund anzupassen und so zu wählen, dass das Strahlungsziel erreicht wird. Der Strahldruck beträgt ≥ 2000 bar, Trenn- und Verdunstungsmittel sind zu entfernen.

Vor der Überbauung wurde eine Profilierung 3 bis 6 cm am 2. und 3. Fahrstreifen in den Radspuren (Spikereifen) ausgeführt (AC 11 bzw. AC 22 MGU liegt bei)).

Welches Vorspritzmittel wurde eingesetzt und welche Menge wurde appliziert? Wie wurde die ausgeführte Vorspritzmenge festgelegt?

Antwort: Vorspritzen mit einer polymermodifizierten Bitumenemulsion gemäß LBVI und RVS ausgeschrieben. Einbau von SMA11 PmB45/80-65,S2,GS,Ka25 4cm Fahrh/Abst.

Einbaubedingungen

Beschreiben Sie bitte die Wetterbedingungen während der Baudurchführung (interessant ist der Zeitpunkt zwischen der Vorbehandlung der Betondecke und dem Asphalteinbau).

Antwort: In den Bautagesberichten vorhanden, lt. PL Harnisch.

Liegen Bautagesberichte vor bzw. können diese beschafft werden?

Antwort: Bautagesberichte liegen bei.

Information: Die Baustelle wurde mit ca. 50 Bauphasen abgewickelt.

Falls bereits Dokumente vorhanden, bitte legen Sie die Dokumente dem Fragebogen als weitere Anlage (elektronisch) bei.

Fugenausführung in Asphaltdeckschicht

Wurde der Fugenraster aus der Betonfahrbahn in die Asphaltschicht nachgeschnitten?

Antwort: Ja

Wie wurde der Fugenverguss ausgeführt (z.B. Stufenschnitt, Schnittbreiten, Abfasen)?

Antwort: Scheinfugen schneiden 2,5/50 und Stufenschnitt 8/20.

Herstellen von Fugen in Asphaltschichten durch Auffräsen oder Schneiden auf eine Breite/Tiefe von x/x mm, reingen, vorspritzen und verschließen mit dauerelastischer, bituminöser Heißvergussmasse. Bituminöse Fugen herst. 10/40 mm Heißverguss und Bituminöse Fugen herst. 20/40 mm Heißverguss

Bituminöse Fugen 10/30 Heißverguß bei den Längsfugen und Quertfugen und 20/30 bei den Raumfugen, PL Harnisch.

Abnahme- und Gewährleistungsprüfung

Liegen Ergebnisse der Abnahmeprüfung (z.B. Verdichtung, Schubfestigkeit) vor? Wenn ja, bitte legen Sie die Prüfberichte bei.

Antwort: Sind vorhanden, siehe Beilage.

Liegen Ergebnisse der Gewährleistungsprüfung (z.B. Verformung, Risse) vor? Wenn ja, bitte legen Sie die Prüfberichte bei.

Antwort: Nein, Gewährleistungsende 2022.

Erfahrungen

Berichten Sie bitte über Erfahrungen mit dieser Bauweise (z.B. Schäden, Ausbrüche an den Fugen, Probleme mit dem Verbund zwischen der Asphaltdeckschicht und der Betonfahrbahn, Lebensdauer, Ausmagerung der Asphaltdeckschicht).

Antwort: Es liegen kaum nennenswerte Schäden vor. Einzelne Fugen liegen offen vor, vermutlich Bewegung im Betonfeld.

Berichten Sie bitte über Erfahrungen in der Erhaltung dieser Bauweise und beschreiben Sie bitte den Erhaltungsaufwand (z.B. Erhaltungsaufwand bei den Fugen, insb. im Vergleich zu angrenzenden Streckenschnitten mit anderen Bauweisen).

Antwort: Der Erhaltungsaufwand ist hier bisher sehr gering, es waren bisher keine größeren Erhaltungsmaßnahmen notwendig.

Anmerkungen

Bitte geben Sie, falls notwendig, Anmerkungen bzw. liefern Sie weitere relevante Angaben.

Vielen Dank für die Unterstützung!

Fragebogen

Streckenabschnitte mit kombinierter Bauweise
Asphaltdeckschicht auf Betondecke

Zum Fragebogen

Im Rahmen der Verkehrsinfrastrukturforschung 2019 wurde das Forschungsprojekt KOMBAS seitens der ASFINAG initiiert. Das Ziel dieses Projektes besteht in der Bewertung und Weiterentwicklung der kombinierten Bauweise Asphaltdeckschicht auf Beton. Dazu ist es notwendig Information über bereits bestehende Streckenabschnitte zu sammeln und die daraus ableitbaren Erfahrungen im Projekt zu berücksichtigen.

Das Ausfüllen dieses Fragebogens benötigt je Streckenabschnitt ca. 20 bis 30 Minuten. Bitte übersenden Sie den ausgefüllten Fragebogen als Worddokument an Hr. DI Mario Krmek (mario.krmek@asfinag.at) und an Hr. Dr. Martin Buchta (martin.buchta@nievelt.at).

Vielen Dank für Ihre Unterstützung im Rahmen dieses VIF-Forschungsprojektes!

Informationen zum Streckenabschnitt

Straße: A02 Süd Autobahn

Richtungsfahrbahn: Arnoldstein und Wien

Von-KM: 46,086 bzw. km 46,500

Bis-KM: 58,511 bzw. km 58,511

Fahrstreifen: alle Fahrstreifen in beiden Richtungsfahrbahnen

Überbauen der Betondecke aus 1984 mit 4 cm SMA S2 2016-2017.

Im Knoten Wr. Neustadt RFB Wien km 46,7-47 und unter der Überführung A2.Ü31 RFB

Wien km 49 Überbauung mit Dünnschichtdecke.

Bitte kontrollieren und ergänzen Sie ggf. die Informationen zum Streckenabschnitt in der beiliegenden Streckenabschnittstabelle.

Projektinformationen

Liegt die Baubeschreibung und das Leistungsverzeichnis für die gegenständliche Baumaßnahme vor bzw. können diese beschafft werden?

Antwort: Ist vorhanden und liegt bei, gemäß PL Harnisch.

Falls bereits Dokumente vorhanden, bitte legen Sie die Dokumente dem Fragebogen als weitere Anlage (elektronisch) bei.

Entscheidungsfindung

Welche Grundlagen hat es für die Entscheidungsfindung für diese Bauweise gegeben?

Antwort:

Die Betondecke aus 1984 zeigte in diesem Abschnitt Risse und Oberflächenschäden, Flickstellen aus Asphalt und teilweise erneuerte Betonplatten.

Aufgrund des Einnahmenverlusts nach der Wirtschaftskrise 2008-2009 und des noch relativ guten Zustands der Betondecke, wurde damals die Entscheidung getroffen, keine Generalerneuerung sondern eine Überbauung der Betondecke mit einer 4 cm Asphaltdeckschicht auszuführen.

Welche Art der Voruntersuchungen wurden an der zu überbauenden Betondecke durchgeführt (z.B. Tragfähigkeitsmessungen (Querkraftübertragung), Abreißversuche, Strahlversuche)

Antwort: Tragfähigkeitsmessungen mittels FWD, Haftzugfestigkeit der Betondecke und Druckfestigkeit der Betondecke, Höhenaufnahme der Bestandsdecke, Messung der Längs- und Querebenheit, Dickenmessung des gebundenen Oberbaues und Aufnahme der Oberflächenschäden. Probefeld wurde angelegt.

Betondecke (vor Überbauung)

Alter und Zustand der Betondecke vor der Überbauung?

Antwort: Die Betondecke aus 1984 zeigte in diesem Abschnitt vereinzelt Risse und Oberflächenschäden, Flickstellen aus Asphalt und erneuerte Betonplatten. Zahlreiche Betonplatten in der RFB Graz zeigten Bewegungen mit Wasseraustritt zwischen 1. und 2. Fahrspur im Bereich Rastplatz Steinfeld.

Wurden vorlaufend Betoninstandsetzungsmaßnahmen durchgeführt, wenn ja, welche?

Antwort: Es wurde vor der Überbauung die Betondecke instandgesetzt, die vorhandenen Risse, Kanten und Eckabbrüche wurden saniert, gebrochene und hohlliegende Betonplatten wurden ausgetauscht. Teilweise auch $\frac{1}{2}$ Betonplatten, teilweise auch nachträgliche Verankerungen und Verdübelungen.

Vorbehandlung Betondecke

Wie wurde die Betonfahrbahn vorbehandelt (genaue Beschreibung der Maßnahmen, z.B. Höchstdruckstrahlen, Angabe des Drucks und der Geschwindigkeit, Kugelstraßen, An- bzw. Abfräsen des Oberbetons)?

Antwort:

Die Vorbehandlung der Betondecke wurde mittels HDW 2300 bar durchgeführt. Auf der RFB Graz wurde ein Abschnitt am 1. Fahrstreifen km 47-56 gefräst und HDW gestrahlt.

Welches Vorspritzmittel wurde eingesetzt und welche Menge wurde appliziert? Wie wurde die ausgeführte Vorspritzmenge festgelegt?

Antwort: Vorspritzen mit einer polymermodifizierten Bitumenemulsion gemäß LBVI ausgeschrieben.

Einbaubedingungen

Beschreiben Sie bitte die Wetterbedingungen während der Baudurchführung (interessant ist der Zeitpunkt zwischen der Vorbehandlung der Betondecke und dem Asphalteinbau).

Antwort: Siehe Bautagesberichte, lt. PL Harnisch.

Liegen Bautagesberichte vor bzw. können diese beschafft werden?

Antwort: Sind in der Beilage ersichtlich, lt. PL Harnisch.

Falls bereits Dokumente vorhanden, bitte legen Sie die Dokumente dem Fragebogen als weitere Anlage (elektronisch) bei.

Fugenausführung in Asphaltdeckschicht

Wurde der Fugenraster aus der Betonfahrbahn in die Asphaltschicht nachgeschnitten?

Antwort: Ja

Wie wurde der Fugenverguss ausgeführt (z.B. Stufenschnitt, Schnittbreiten, Abfasen)?

Antwort:

Scheinfugen schneiden 2,5/75 und 2,5/100 und Stufenschnitt 8/20.
Herstellen von Fugen in Asphaltschichten durch Auffräsen oder Schneiden auf eine Breite/Tiefe von x/x mm, reingen, vorspritzen und verschließen mit dauerelastischer, bituminöser Heißvergussmasse. Bituminöse Fugen herst. 10/40 mm Heißverguss und Bituminöse Fugen herst. 20/40 mm Heißverguss

Bituminöse Fugen 10/30 Heißverguß bei den Längsfugen und Querschnitten und 20/30 bei den Raumfugen, PL Harnisch.

Abnahme- und Gewährleistungsprüfung

Liegen Ergebnisse der Abnahmeprüfung (z.B. Verdichtung, Schubfestigkeit) vor? Wenn ja, bitte legen Sie die Prüfberichte bei.

Antwort: Sind vorhanden, siehe Beilage.

Liegen Ergebnisse der Gewährleistungsprüfung (z.B. Verformung, Risse) vor? Wenn ja, bitte legen Sie die Prüfberichte bei.

Antwort: Nein.

Erfahrungen

Berichten Sie bitte über Erfahrungen mit dieser Bauweise (z.B. Schäden, Ausbrüche an den Fugen, Probleme mit dem Verbund zwischen der Asphaltschicht und der Betonfahrbahn, Lebensdauer, Ausmagerung der Asphaltdeckschicht).

Antwort:

Es sind in den ersten Jahren nach der Überbauung bei der ersten großen Warmwetterphase nach dem Winter ein Vielzahl an Asphaltblasen aufgetreten, im gefrästen Bereich weniger.

Sonst wurden keine Schäden festgestellt.

Ab 2020 wurde kaum Blasenbildungen festgestellt.

Berichten Sie bitte über Erfahrungen in der Erhaltung dieser Bauweise und beschreiben Sie bitte den Erhaltungsaufwand (z.B. Erhaltungsaufwand bei den Fugen, insb. im Vergleich zu angrenzenden Streckenschnitten mit anderen Bauweisen).

Antwort: Im Zuge von Gewährleistungsarbeiten wurden im Frühjahr mehrmals die vorhandenen Asphaltblasen durch aufbohren und niederwalzen beseitigt. Darüber hinaus ist der Erhaltungsaufwand bisher gering, es waren bisher keine größeren Erhaltungsmaßnahmen notwendig.

Anmerkungen

Bitte geben Sie, falls notwendig, Anmerkungen bzw. liefern Sie weitere relevante Angaben.

Wurden in der Startbesprechung schon dargelegt und intensiv besprochen.

Vielen Dank für die Unterstützung!

Fragebogen

Streckenabschnitte mit kombinierter Bauweise
Asphaltdeckschicht auf Betondecke

Zum Fragebogen

Im Rahmen der Verkehrsinfrastrukturforschung 2019 wurde das Forschungsprojekt KOMBAS seitens der ASFINAG initiiert. Das Ziel dieses Projektes besteht in der Bewertung und Weiterentwicklung der kombinierten Bauweise Asphaltdeckschicht auf Beton. Dazu ist es notwendig Information über bereits bestehende Streckenabschnitte zu sammeln und die daraus ableitbaren Erfahrungen im Projekt zu berücksichtigen.

Das Ausfüllen dieses Fragebogens benötigt je Streckenabschnitt ca. 20 bis 30 Minuten. Bitte übersenden Sie den ausgefüllten Fragebogen als Worddokument an Hr. DI Mario Krmek (mario.krmek@asfinag.at) und an Hr. Dr. Martin Buchta (martin.buchta@nievelt.at).

Vielen Dank für Ihre Unterstützung im Rahmen dieses VIF-Forschungsprojektes!

Informationen zum Streckenabschnitt

Straße: A04 Ost Autobahn

Richtungsfahrbahn: Wien

Von-KM: 2,765

Bis-KM: 0,378

Fahrstreifen: PS, 1. FS, 2. FS

Bitte kontrollieren und ergänzen Sie ggf. die Informationen zum Streckenabschnitt in der beiliegenden Streckenabschnittstabelle.

Projektinformationen

Liegt die Baubeschreibung und das Leistungsverzeichnis für die gegenständliche Baumaßnahme vor bzw. können diese beschafft werden?

Antwort: Nein

Falls bereits Dokumente vorhanden, bitte legen Sie die Dokumente dem Fragebogen als weitere Anlage (elektronisch) bei.

Entscheidungsfindung

Welche Grundlagen hat es für die Entscheidungsfindung für diese Bauweise gegeben?

Antwort: Dieser Abschnitt wurde 1987 errichtet und damals mit einer Drainsphaltdeckschicht überbaut. 2003 wurde die alte Deckschicht durch eine neue SMA Deckschicht, vermutlich dem heutigen SMA 11 deck S1 entsprechend, ersetzt.

Welche Art der Voruntersuchungen wurden an der zu überbauenden Betondecke durchgeführt (z.B. Tragfähigkeitsmessungen (Querkraftübertragung), Abreißversuche, Strahlversuche)

Antwort: Ist nicht bekannt.

Betondecke (vor Überbauung)

Alter und Zustand der Betondecke vor der Überbauung?

Antwort: Ist uns nicht bekannt, damals Umsetzung durch MA28.

Wurden vorlaufend Betoninstandsetzungsmaßnahmen durchgeführt, wenn ja, welche?

Antwort: Ist uns nicht bekannt.

Vorbehandlung Betondecke

Wie wurde die Betonfahrbahn vorbehandelt (genaue Beschreibung der Maßnahmen, z.B. Höchstdruckstrahlen, Angabe des Drucks und der Geschwindigkeit, Kugelstraßen, An- bzw. Abfräsen des Oberbetons)?

Antwort: Ist uns nicht bekannt, damals Umsetzung durch MA28.

Welches Vorspritzmittel wurde eingesetzt und welche Menge wurde appliziert? Wie wurde die ausgeführte Vorspritzmenge festgelegt?

Antwort: Ist uns nicht bekannt, damals Umsetzung durch MA28.

Einbaubedingungen

Beschreiben Sie bitte die Wetterbedingungen während der Baudurchführung (interessant ist der Zeitpunkt zwischen der Vorbehandlung der Betondecke und dem Asphalteinbau).

Antwort: Ist uns nicht bekannt, damals Umsetzung durch MA28.

Liegen Bautagesberichte vor bzw. können diese beschafft werden?

Antwort: Nein, damals Umsetzung durch MA28.

Falls bereits Dokumente vorhanden, bitte legen Sie die Dokumente dem Fragebogen als weitere Anlage (elektronisch) bei.

Fugenausführung in Asphaltdeckschicht

Wurde der Fugenraster aus der Betonfahrbahn in die Asphaltdeckschicht nachgeschnitten?

Antwort: Ja

Wie wurde der Fugenverguss ausgeführt (z.B. Stufenschnitt, Schnittbreiten, Abfasen)?

Antwort: Ist uns nicht bekannt, damals Umsetzung durch MA28.

Abnahme- und Gewährleistungsprüfung

Liegen Ergebnisse der Abnahmeprüfung (z.B. Verdichtung, Schubfestigkeit) vor? Wenn ja, bitte legen Sie die Prüfberichte bei.

Antwort: Nein

Liegen Ergebnisse der Gewährleistungsprüfung (z.B. Verformung, Risse) vor? Wenn ja, bitte legen Sie die Prüfberichte bei.

Antwort: Nein

Erfahrungen

Berichten Sie bitte über Erfahrungen mit dieser Bauweise (z.B. Schäden, Ausbrüche an den Fugen, Probleme mit dem Verbund zwischen der Asphaltdeckschicht und der Betonfahrbahn, Lebensdauer, Ausmagerung der Asphaltdeckschicht).

Antwort: Ausgenommen einer Aufstauchung bei km 1,95 sind nur der Nutzungsdauer entsprechende Alterserscheinungen wie Ausmagerungen erkennbar.

Berichten Sie bitte über Erfahrungen in der Erhaltung dieser Bauweise und beschreiben Sie bitte den Erhaltungsaufwand (z.B. Erhaltungsaufwand bei den Fugen, insb. im Vergleich zu angrenzenden Streckenschnitten mit anderen Bauweisen).

Antwort: Der Erhaltungsaufwand ist hier bisher gering, ausgenommen der Instandsetzung der Aufstauchung beim km 1,95 waren bisher keine größeren Erhaltungsmaßnahmen notwendig. Der Abschnitt von km 0,500 bis km 0,378 wurde im Zuge des Umbaus Knoten Prater 2016 mit einer neuen Deckschicht instandgesetzt um die verkehrführungsbedingten Schäden zu beseitigen. Dieser Abschnitt benötigt jedenfalls deutlich geringere Erhaltungsaufwendungen als vergleichbare Abschnitte mit einer Betondecke jüngeren Alters auf der A4.

Anmerkungen

Bitte geben Sie, falls notwendig, Anmerkungen bzw. liefern Sie weitere relevante Angaben.

Vielen Dank für die Unterstützung!

Fragebogen

Streckenabschnitte mit kombinierter Bauweise
Asphaltdeckschicht auf Betondecke

Zum Fragebogen

Im Rahmen der Verkehrsinfrastrukturforschung 2019 wurde das Forschungsprojekt KOMBAS seitens der ASFINAG initiiert. Das Ziel dieses Projektes besteht in der Bewertung und Weiterentwicklung der kombinierten Bauweise Asphaltdeckschicht auf Beton. Dazu ist es notwendig Information über bereits bestehende Streckenabschnitte zu sammeln und die daraus ableitbaren Erfahrungen im Projekt zu berücksichtigen.

Das Ausfüllen dieses Fragebogens benötigt je Streckenabschnitt ca. 20 bis 30 Minuten. Bitte übersenden Sie den ausgefüllten Fragebogen als Worddokument an Hr. DI Mario Krmek (mario.krmek@asfinag.at) und an Hr. Dr. Martin Buchta (martin.buchta@nievelt.at).

Vielen Dank für Ihre Unterstützung im Rahmen dieses VIF-Forschungsprojektes!

Informationen zum Streckenabschnitt

Straße: A04 Ost Autobahn

Richtungsfahrbahn: Wien

Von-KM: 4,35

Bis-KM: 3,07

Fahrstreifen: PS, 1. FS, 2. FS

Bitte kontrollieren und ergänzen Sie ggf. die Informationen zum Streckenabschnitt in der beiliegenden Streckenabschnittstabelle.

Projektinformationen

Liegt die Baubeschreibung und das Leistungsverzeichnis für die gegenständliche Baumaßnahme vor bzw. können diese beschafft werden?

Antwort: Gemäß Auskunft Andreas Hautzinger liegen die Unterlagen bei der damaligen ÖBA Fa. Nievelt auf.

Falls bereits Dokumente vorhanden, bitte legen Sie die Dokumente dem Fragebogen als weitere Anlage (elektronisch) bei.

Entscheidungsfindung

Welche Grundlagen hat es für die Entscheidungsfindung für diese Bauweise gegeben?

Antwort:

Die Betondecke aus 1992 zeigte in diesem Abschnitt Risse und Oberflächenschäden, sodass aufgrund des Alters eine Überbauung als sinnvollste Instandsetzungsmethode erschien. Die notwendigen Voruntersuchen wurden von der Fa. Nievelt durchgeführt und sollten dort verfügbar sein.

Welche Art der Voruntersuchungen wurden an der zu überbauenden Betondecke durchgeführt (z.B. Tragfähigkeitsmessungen (Querkraftübertragung), Abreißversuche, Strahlversuche)

Antwort: Die notwendigen Voruntersuchen wurden von der Fa. Nievelt durchgeführt und sollten dort verfügbar sein.

Betondecke (vor Überbauung)

Alter und Zustand der Betondecke vor der Überbauung?

Antwort: Die Betondecke aus 1992 zeigte in diesem Abschnitt Risse und Oberflächenschäden, sodass aufgrund des Alters eine Überbauung als sinnvollste Instandsetzungsmethode erschien. Die notwendigen Voruntersuchen wurden von der Fa. Nievelt durchgeführt und sollten dort verfügbar sein.

Wurden vorlaufend Betoninstandsetzungsmaßnahmen durchgeführt, wenn ja, welche?

Antwort: Es wurde 2010 und 2011 die Betondecke vor der Überbauung instandgesetzt, die vorhandenen Risse, Kanten und Eckabbrüche wurden saniert.

Vorbehandlung Betondecke

Wie wurde die Betonfahrbahn vorbehandelt (genaue Beschreibung der Maßnahmen, z.B. Höchstdruckstrahlen, Angabe des Drucks und der Geschwindigkeit, Kugelstraßen, An- bzw. Abfräsen des Oberbetons)?

Antwort: Da Martin Buchta von der Nievelt Ingenieur GmbH damals ÖBA-Leiter war, sollten dort die notwendigen Unterlagen vorliegen.

Welches Vorspritzmittel wurde eingesetzt und welche Menge wurde appliziert? Wie wurde die ausgeführte Vorspritzmenge festgelegt?

Antwort: Da Martin Buchta von der Nievelt Ingenieur GmbH damals ÖBA-Leiter war, sollten dort die notwendigen Unterlagen vorliegen.

Einbaubedingungen

Beschreiben Sie bitte die Wetterbedingungen während der Baudurchführung (interessant ist der Zeitpunkt zwischen der Vorbehandlung der Betondecke und dem Asphalteinbau).

Antwort: Da Martin Buchta von der Nievelt Ingenieur GmbH damals ÖBA-Leiter war, sollten dort die notwendigen Unterlagen vorliegen.

Liegen Bautagesberichte vor bzw. können diese beschafft werden?

Antwort: Da Martin Buchta von der Nievelt Ingenieur GmbH damals ÖBA-Leiter war, sollten dort die notwendigen Unterlagen vorliegen.

Falls bereits Dokumente vorhanden, bitte legen Sie die Dokumente dem Fragebogen als weitere Anlage (elektronisch) bei.

Fugenausführung in Asphaltdeckschicht

Wurde der Fugenraster aus der Betonfahrbahn in die Asphaltsschicht nachgeschnitten?

Antwort: Ja

Wie wurde der Fugenverguss ausgeführt (z.B. Stufenschnitt, Schnittbreiten, Abfasen)?

Antwort: Da Martin Buchta von der Nievelt Ingenieur GmbH damals ÖBA-Leiter war, sollten dort die notwendigen Unterlagen vorliegen.

Abnahme- und Gewährleistungsprüfung

Liegen Ergebnisse der Abnahmeprüfung (z.B. Verdichtung, Schubfestigkeit) vor? Wenn ja, bitte legen Sie die Prüfberichte bei.

Antwort: Da Martin Buchta von der Nievelt Ingenieur GmbH damals ÖBA-Leiter war und alle Abnahmeprüfungen auch von der Fa. Nievelt durchgeführt wurden, sollten dort die notwendigen Unterlagen vorliegen.

Liegen Ergebnisse der Gewährleistungsprüfung (z.B. Verformung, Risse) vor? Wenn ja, bitte legen Sie die Prüfberichte bei.

Antwort: Nein

Erfahrungen

Berichten Sie bitte über Erfahrungen mit dieser Bauweise (z.B. Schäden, Ausbrüche an den Fugen, Probleme mit dem Verbund zwischen der Asphaltsschicht und der Betonfahrbahn, Lebensdauer, Ausmagerung der Asphaltdeckschicht).

Antwort: Es sind nur der Nutzungsdauer entsprechende Alterserscheinungen wie Ausmagerungen erkennbar.

Berichten Sie bitte über Erfahrungen in der Erhaltung dieser Bauweise und beschreiben Sie bitte den Erhaltungsaufwand (z.B. Erhaltungsaufwand bei den Fugen, insb. im Vergleich zu angrenzenden Streckenschnitten mit anderen Bauweisen).

Antwort: Der Erhaltungsaufwand ist hier bisher gering, ausgenommen der Hebung der Einlaufschächte waren bisher keine größeren Erhaltungsmaßnahmen notwendig. Dieser Abschnitt benötigt jedenfalls deutlich geringere Erhaltungsaufwendungen als der vergleichbare Abschnitt mit einer Betondecke jüngeren Alters auf der A4 in der RFB Nickelsdorf.

Anmerkungen

Bitte geben Sie, falls notwendig, Anmerkungen bzw. liefern Sie weitere relevante Angaben.

Vielen Dank für die Unterstützung!

Fragebogen

Streckenabschnitte mit kombinierter Bauweise
Asphaltdeckschicht auf Betondecke

Zum Fragebogen

Im Rahmen der Verkehrsinfrastrukturforschung 2019 wurde das Forschungsprojekt KOMBAS seitens der ASFINAG initiiert. Das Ziel dieses Projektes besteht in der Bewertung und Weiterentwicklung der kombinierten Bauweise Asphaltdeckschicht auf Beton. Dazu ist es notwendig Information über bereits bestehende Streckenabschnitte zu sammeln und die daraus ableitbaren Erfahrungen im Projekt zu berücksichtigen.

Das Ausfüllen dieses Fragebogens benötigt je Streckenabschnitt ca. 20 bis 30 Minuten. Bitte übersenden Sie den ausgefüllten Fragebogen als Worddokument an Hr. DI Mario Krmek (mario.krmek@asfinag.at) und an Hr. Dr. Martin Buchta (martin.buchta@nievelt.at).

Vielen Dank für Ihre Unterstützung im Rahmen dieses VIF-Forschungsprojektes!

Informationen zum Streckenabschnitt

Straße: A04 Ost Autobahn

Richtungsfahrbahn: Wien

Von-KM: 4,418

Bis-KM: 7,296

Fahrstreifen: PS, 1. FS, 2. FS

Bitte kontrollieren und ergänzen Sie ggf. die Informationen zum Streckenabschnitt in der beiliegenden Streckenabschnittstabelle.

Projektinformationen

Liegt die Baubeschreibung und das Leistungsverzeichnis für die gegenständliche Baumaßnahme vor bzw. können diese beschafft werden?

Antwort: Ist vorhanden und liegt bei. PL Rothmüller, Techniker Rammer, ÖBA Nievelt.

Falls bereits Dokumente vorhanden, bitte legen Sie die Dokumente dem Fragebogen als weitere Anlage (elektronisch) bei.

Entscheidungsfindung

Welche Grundlagen hat es für die Entscheidungsfindung für diese Bauweise gegeben?

Antwort:

Die Betondecke aus 1994 zeigte in diesem Abschnitt Risse und Oberflächenschäden, sodass aufgrund des Alters eine Überbauung als sinnvollste Instandsetzungsmethode erschien. Die notwendigen Voruntersuchen wurden von der Fa. MAPAG durchgeführt und liegen bei.

Welche Art der Voruntersuchungen wurden an der zu überbauenden Betondecke durchgeführt (z.B. Tragfähigkeitsmessungen (Querkraftübertragung), Abreißversuche, Strahlversuche)

Antwort: Aufnahme der vorhandenen Betonschäden.

Betondecke (vor Überbauung)

Alter und Zustand der Betondecke vor der Überbauung?

Antwort:

Die Betondecke aus 1994 zeigte in diesem Abschnitt Risse und Oberflächenschäden, sodass aufgrund des Alters eine Überbauung als sinnvollste Instandsetzungsmethode erschien. Die notwendigen Voruntersuchen wurden von der Fa. MAPAG durchgeführt.

Wurden vorlaufend Betoninstandsetzungsmaßnahmen durchgeführt, wenn ja, welche?

Antwort: Es wurde 2017 vor der Überbauung die Betondecke instandgesetzt, die vorhandenen Risse, Kanten und Eckabbrüche wurden saniert.

Vorbehandlung Betondecke

Wie wurde die Betonfahrbahn vorbehandelt (genaue Beschreibung der Maßnahmen, z.B. Höchstdruckstrahlen, Angabe des Drucks und der Geschwindigkeit, Kugelstraßen, An- bzw. Abfräsen des Oberbetons)?

Antwort: es wurde Kugelstrahlen und Hochdruckwasserstrahlen angewendet, teilweise die Betondecke zw. Black Topping und Altbestand Betondecke angefräst.

Welches Vorspritzmittel wurde eingesetzt und welche Menge wurde appliziert? Wie wurde die ausgeführte Vorspritzmenge festgelegt?

Antwort: Vorspritzen pmB, wurde im Vorfeld mit Büro Nievelt abgestimmt

Einbaubedingungen

Beschreiben Sie bitte die Wetterbedingungen während der Baudurchführung (interessant ist der Zeitpunkt zwischen der Vorbehandlung der Betondecke und dem Asphalteinbau).

Antwort: es wurden die Wochenendarbeiten so gewählt, dass trockenes Wetter angesagt war!

Liegen Bautagesberichte vor bzw. können diese beschafft werden?

Antwort: liegen vor, sind im beiliegenden Bauakt ersichtlich.

Falls bereits Dokumente vorhanden, bitte legen Sie die Dokumente dem Fragebogen als weitere Anlage (elektronisch) bei.

Fugenausführung in Asphaltdeckschicht

Wurde der Fugenraster aus der Betonfahrbahn in die Asphaltschicht nachgeschnitten?

Antwort: Ja

Wie wurde der Fugenverguss ausgeführt (z.B. Stufenschnitt, Schnittbreiten, Abfasen)?

Antwort: schneiden und Fugenverguss (Quer- und Längsfugen)

Abnahme- und Gewährleistungsprüfung

Liegen Ergebnisse der Abnahmeprüfung (z.B. Verdichtung, Schubfestigkeit) vor? Wenn ja, bitte legen Sie die Prüfberichte bei.

Antwort: liegen vor, sind in der Beilage ersichtlich.

Liegen Ergebnisse der Gewährleistungsprüfung (z.B. Verformung, Risse) vor? Wenn ja, bitte legen Sie die Prüfberichte bei.

Antwort: Nein, Gewährleistungsende 2023

Erfahrungen

Berichten Sie bitte über Erfahrungen mit dieser Bauweise (z.B. Schäden, Ausbrüche an den Fugen, Probleme mit dem Verbund zwischen der Asphalttschicht und der Betonfahrbahn, Lebensdauer, Ausmagerung der Asphaltdeckschicht).

Antwort: Es sind derzeit keine Schäden erkennbar.

Berichten Sie bitte über Erfahrungen in der Erhaltung dieser Bauweise und beschreiben Sie bitte den Erhaltungsaufwand (z.B. Erhaltungsaufwand bei den Fugen, insb. im Vergleich zu angrenzenden Streckenschnitten mit anderen Bauweisen).

Antwort: Der Erhaltungsaufwand ist hier bisher sehr gering, es waren bisher keine größeren Erhaltungsmaßnahmen notwendig. Dieser Abschnitt benötigt jedenfalls deutlich geringere Erhaltungsaufwendungen als der vergleichbare Abschnitt mit einer Betondecke jüngeren Alters auf der A4 in der RFB Nickelsdorf.

Anmerkungen

Bitte geben Sie, falls notwendig, Anmerkungen bzw. liefern Sie weitere relevante Angaben.

Vielen Dank für die Unterstützung!

Kombinierte Bauweise Beton – Asphalt

KOMBAS

ANHANG D

LEITFADEN

Juni 2022



Dipl.-Ing.Dr. Alfred WENINGER-VYCUDIL

Univ.Prof.Dipl.-Ing.Dr. Michael WISTUBA

Dr.-Ing. Jens GRÖNINGER

Dipl.-Ing.Dr. Martin BUCHTA

Dipl.-Ing.Dr. Georgi CHANKOV

em.Univ.Prof.Dipl.-Ing.Dr. Johann LITZKA

INHALTSVERZEICHNIS

1	Einleitung	3
2	Allgemeine Grundsätze und Anwendungsbereiche	4
2.1	Zielsetzung	4
2.2	Anwendungsbereiche	4
3	Technische Anforderungen und Empfehlungen Planung.....	5
3.1	Dimensionierung.....	5
3.1.1	Dimensionierung Neubau	5
3.1.2	Beurteilung Tragfähigkeit Bestandsbetondecke	7
3.2	Lebenszykluskostenanalyse	7
3.2.1	Oberbauvariante SBE1 oder SBE2 mit SMA D deck S2 oder SMA D deck S1 ..	8
3.2.2	Oberbauvariante SBE1 oder SBE2 mit SMA D deck S3	8
3.3	Vereinfachte Öko-Bilanz	9
4	Technische Anforderungen und Empfehlungen Ausführung	10
4.1	Betondecke Neubaufall.....	10
4.2	Bestandsbetondecke – Instandsetzungsfall 1 und 2	10
4.3	Vorbereitung Betondeckenoberfläche	11
4.3.1	Betondecke Neubaufall.....	12
4.3.2	Bestandsbetondecke	12
4.4	Haftbrücke und Vorspritzen	13
4.5	Ausführung Asphaltdeckschicht.....	14
4.6	Fugen Asphaltdeckschicht.....	15
5	Technische Anforderungen und Empfehlungen bauliche Erhaltung.....	16
5.1	Bauliche Instandhaltung	16
5.2	Bauliche Instandsetzung.....	16
6	Hinweise zu Abbruch und Recycling	18
7	Literatur	19

1 Einleitung

Der KOMBAS-Leitfaden dient als Grundlage für die Auswahl und Gestaltung der KOMBAS-Bauweise, einer Straßenoberbauweise bei welcher auf einer Betondecke eine dünne Asphaltdeckschicht (bis ca. 4,0 cm) errichtet wird. Diese Bauweise wurde im Rahmen des VIF-Forschungsprojektes KOMBAS - Kombinierte Bauweise Beton – Asphalt – [5] im Detail untersucht und die daraus gewonnen Erkenntnisse wurden in diesem Leitfaden zusammengestellt.

Der KOMBAS-Leitfaden ist so aufgebaut, dass er die Anforderungen für die Ausführung der KOMBAS-Bauweise grundsätzlich bauchronologisch beschreibt und somit dem Anwender einen guten Überblick von der Planung, der Ausführung bis zur Erhaltung bzw. zum Abbruch gibt. Der KOMBAS-Leitfaden besteht aus entsprechenden Teilkapiteln und ist eine Empfehlung. Er kann als Grundlage für die Planung, Ausschreibung und Ausführung herangezogen werden.

Die Durchführung der KOMBAS-Bauweise hat, sofern nicht anders beschrieben oder angegeben, nach den RVS-Richtlinien und dem Planungshandbuch der ASFINAG [13] zu erfolgen. Darüber hinaus gibt es eine Reihe von zusätzlichen Anforderungen, die als Empfehlungen zu verstehen sind.

Um eine kompakte, effizient anwendbare Unterlage bzw. Grundlage bereitzustellen, wird im KOMBAS-Leitfaden auf umfassende Begründungen verzichtet. Diese befinden sich im KOMBAS-Endbericht [5] und können dort im Detail nachgelesen werden.

2 Allgemeine Grundsätze und Anwendungsbereiche

2.1 Zielsetzung

Die Zielsetzung der KOMBAS-Bauweise besteht in der Kombination einer **Betondecke** als maßgebendes Tragelement eines Straßenoberbaus und einer darauf errichteten dünnen **Asphaltdeckschicht** mit einer Deckschichtstärke von ca. 3,0 bis 4,0 cm. Dabei sollen die Vorteile von Beton und Asphalt kombiniert werden bzw. eine Lösung angeboten werden, die sowohl für den Neubau als auch für die Erneuerung oder Instandsetzung einer Betonbestandstrecke herangezogen werden kann.

Die Asphaltdeckschicht soll dabei als SMA-Deckschicht ausgeführt werden, wobei die Auswahl der **SMA-Deckschicht** von zusätzlichen Randbedingungen abhängig ist. Ergibt sich eine erhöhte Anforderung im Bereich Lärm, so ist ein Deckschichttyp SMA D deck S3 vorzusehen, sonst ein SMA D deck S2 oder ein SMA D deck S1.

Vor allem der Verbund zwischen Beton und Asphalt ist von wesentlicher Bedeutung, weshalb die Gestaltung der Oberfläche der Betondecke einen wesentlichen Einfluss auf die Langlebigkeit bzw. technische Nutzungsdauer einer solchen Straßenoberbaukonstruktion aufweist.

2.2 Anwendungsbereiche

Die Anwendungsbereiche der KOMBAS-Bauweise lassen sich wie folgt definieren:

- **Neubaufall** – Errichtung einer neuen Betondecke gem. den Vorgaben der RVS und Einbau einer dünnen Asphaltdeckschicht bis ca. 4,0 cm Dicke auf die Betondecke unmittelbar nach der Herstellung der Betondecke. Der Neubaufall gilt auch für Erneuerungen, wo zumindest der gesamte gebundene Straßenoberbau ersetzt wird.
- **Instandsetzungsfall 1** – Einbau einer dünnen Asphaltdeckschicht bis ca. 4,0 cm Dicke auf eine Bestandsbetondecke, die bereits über eine längere Zeit unter Verkehr stand
- **Instandsetzungsfall 2** – Abfräsen einer bestehenden (dünnen) Asphaltdeckschicht auf einer Bestandsbetondecke und Einbau einer dünnen Asphaltdeckschicht bis ca. 4,0 cm Dicke auf die Bestandsbetondecke

3 Technische Anforderungen und Empfehlungen Planung

Die technischen Anforderungen und Empfehlungen im Bereich der Planung können in nachfolgende Bereiche unterteilt werden:

- Dimensionierung im Neubaufall bzw. Bewertung von Bestandsbetondecken hinsichtlich Restlebensdauer bei den Instandsetzungsfällen
- Lebenszykluskostenanalyse für Neubaufall und Instandsetzungsfälle
- Vereinfachte Öko-Bilanz im Neubaufall

Die Ergebnisse dieser Untersuchungen und Analysen sollten eine Entscheidung für oder gegen die Anwendung der KOMBAS-Bauweise ermöglichen.

3.1 Dimensionierung

Im Rahmen der Dimensionierung der KOMBAS-Bauweise ist zwischen dem Neubaufall und den beiden Instandsetzungsfällen zu unterscheiden.

3.1.1 Dimensionierung Neubaufall

Die Dimensionierung hat nach den Grundsätzen und Vorgaben der RVS 03.08.63 [1] zu erfolgen, wobei folgende Anforderungen zu beachten sind:

- Die KOMBAS-Bauweisen sind durch folgende 2 Sonderbauweisen definiert:
 - SBE1 – Sonderbauweise Betondecke auf ungeb. unterer Tragschicht und Überbauung mit dünner Asphaltdeckschicht mit ca. 3,0 bis 4,0 cm Dicke

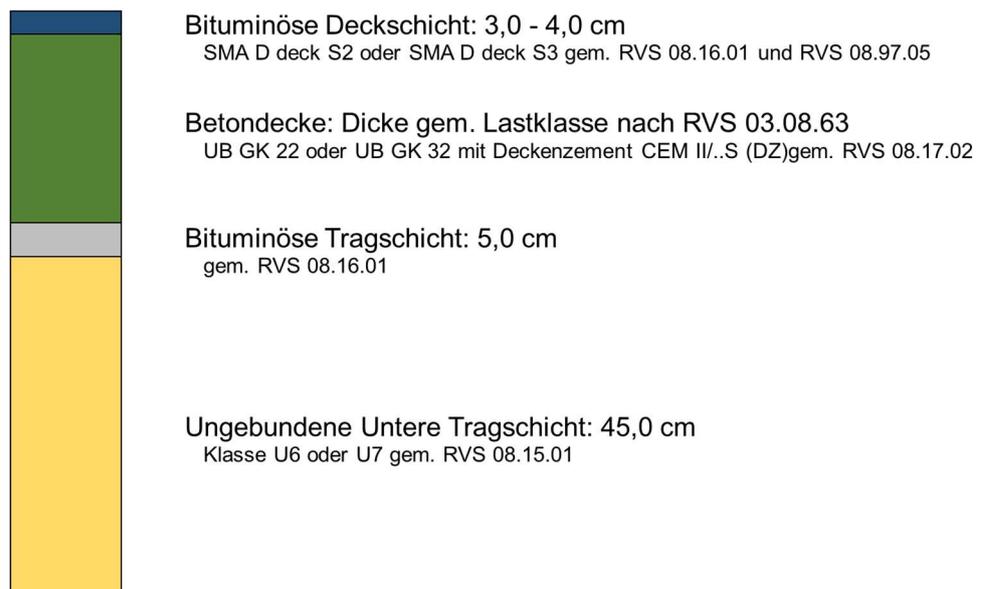


Abbildung 1: Sonderbauweise SBE1

- SBE2 – Sonderbauweise Betondecke auf hydraulisch stabilisierter Tragschicht und Überbauung mit dünner Asphaltdecksicht mit ca. 3,0 bis 4,0 cm Dicke

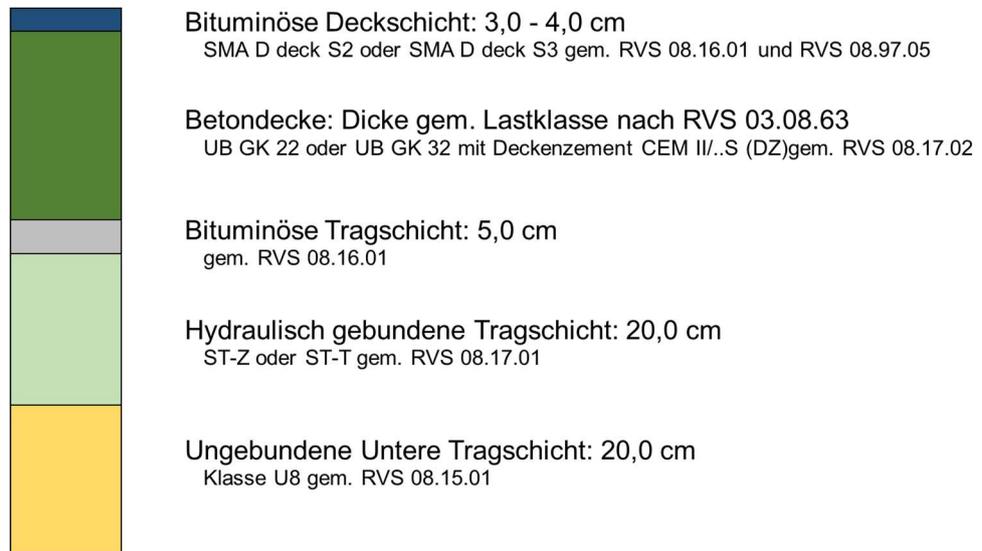


Abbildung 2: Sonderbauweise SBE2

- Die Standardbemessungsperiode n beträgt für beide Sonderbauweisen 30 Jahre. Die technische Nutzungsdauer T_n ergibt sich durch die Auswahl des jeweiligen Standardlebenszyklus in Abhängigkeit von der Wahl der Asphaltdeckschicht
- Die Berechnung der Bemessungsnormlastwechsel BNLW-Wert hat gem. RVS 03.08.63 [1] zu erfolgen. Die hierfür notwendigen Parameter (\ddot{A}_i , R , V , S , z) bleiben unverändert.
- Die Dicke der Betondecke ist gem. nachfolgender Tabelle 1 unter Heranziehung der nach RVS 03.08.63 [1] ermittelten BNLW-Werte auszuwählen:

Tabelle 1: Dickenfestlegungen für die Betondecke der Bauweisen SBE1 und SBE2 (entsprechen den Vorgaben der RVS 03.08.63)

Lastklasse gem. RVS 03.08.63 [1]	Bauweise SBE1 und SBE2	
	Dicke Betondecke	BNLW in Mio.
LK 185	29 cm	>89 bis 185
LK 89	27 cm	>40 bis 89
LK 40	25 cm	>21 bis 40
LK 21	23 cm	>18 bis 21
LK 18	22 cm	>6,5 bis 18

- Die Betondecke ist 1-lagig (in Unterbetonqualität) gem. RVS 08.17.02 [8] auszuführen.

3.1.2 Beurteilung Tragfähigkeit Instandsetzungsfall

Im Instandsetzungsfall 1 und 2 ist die Bestandsbetondecke im Hinblick auf die Restlebensdauer bzw. die aktuelle Tragfähigkeit zu bewerten. Dies kann z.B. durch Tragfähigkeitsmessungen mit dem FWD (Falling Weight Deflectometer) in Kombination mit einer analytischen Dimensionierung unter Heranziehung der Grundlagen in der RVS 03.08.69 [2] erfolgen. Weist die Betondecke nur geringe strukturelle Schäden auf, so kann auf Tragfähigkeitsmessungen verzichtet werden, jedoch sind entsprechende Voruntersuchungen und Beurteilungen notwendig (siehe hierzu auch Kapitel 4.2).

Von wesentlicher Bedeutung für die Wirtschaftlichkeit der KOMBAS-Bauweise ist, dass die Bestandsbetondecke eine gewisse Mindestrestlebensdauer aufweist. Hierfür gelten folgende Empfehlungen:

- Restlebensdauer Bestandsbetondecke > 10 Jahre bei Asphaltdeckschicht
SMA D deck S3
- Restlebensdauer Bestandsbetondecke > 14 Jahre bei Asphaltdeckschicht
SMA D deck S2¹

Diese Mindestrestlebensdauer ist ggf. durch Instandsetzungsmaßnahmen im Bereich der Betondecke vor dem Aufbringen der dünnen Asphaltdeckschicht sicher zu stellen.

3.2 Lebenszykluskostenanalyse

Es wird empfohlen, sowohl für den Neubaufall als auch für die Instandsetzungsfälle 1 und 2 eine Lebenszykluskostenanalyse durchzuführen und die Gesamtkosten sowie die Annuitäten (mit und ohne Abzug des Restwertes am Ende der Betrachtungsperiode) mit alternativen Lösungen zu vergleichen (z.B. im Neubaufall mit der Bauweise AS1 bzw. AS4 und BE1 bzw. BE2 nach RVS 03.08.63 [1]). Die entsprechenden Grundlagen für die Durchführung dieser Analyse können dem KOMBAS-Endbericht [5] sowie dem Handbuch Pavement Management in Österreich 2016 [12] entnommen werden. Als Standardlebenszyklen können für die gesamte technische Nutzungsdauer der beiden Sonderbauweisen nachfolgende Festlegungen herangezogen werden.

¹ Neben dem SMA D deck S2 und S3 können grundsätzlich auch andere Deckschichtarten (z.B. SMA D deck S1) zur Anwendung gelangen. Dabei ist besonders auf die Mindestanforderungen des Hohlraumgehaltes zu achten (Vermeidung von Blasenbildung). Im Rahmen des KOMBAS-Projektes wurden SMA-Deckschichten im Detail untersucht, sodass die Anwendung der gegenständlichen Vorgaben für andere Deckschichttypen (z.B. BBTM, PA) im jeweiligen Fall explizit zu untersuchen und ggf. anzupassen wäre.

3.2.1 Oberbauvariante SBE1 oder SBE2 mit SMA D deck S2

Der standardisierte Lebenszyklus für den neuen Straßenoberbau in Betonbauweise weist drei maßgebende Erhaltungsintervalle auf, wobei davon ausgegangen wird, dass die Bemessungslebensdauer für die Betondecke gem. RVS 03.08.63 [1] aufgrund der Überbauung mit Asphalt deutlich über 30 Jahre beträgt. Gekennzeichnet wird dieser Lebenszyklus durch folgende Erhaltungsmaßnahmenabfolge:

- Instandhaltung (H_AS)² nach 13 bis 15 Jahren
- 1. Instandsetzung nach 16 Jahren: Erneuerung Deckschicht auf Betondecke (I_BEDE)
- Instandhaltung (H_AS) nach 29 bis 31 Jahren
- 2. Instandsetzung nach 32 Jahren: Erneuerung Deckschicht auf Betondecke (I_BEDE)
- Instandhaltung (H_AS) nach 45 bis 50 Jahren
- Abbruch / Erneuerung nach 50 Jahren = Ende der technischen Nutzungsdauer

3.2.2 Oberbauvariante SBE1 oder SBE2 mit SMA D deck S3

Der standardisierte Lebenszyklus für den neuen Straßenoberbau in Betonbauweise weist drei maßgebende Erhaltungsintervalle auf, wobei davon ausgegangen wird, dass die Bemessungslebensdauer für die Betondecke gem. RVS 03.08.63 [1] aufgrund der Überbauung mit Asphalt deutlich über 30 Jahre beträgt. Gekennzeichnet wird dieser Lebenszyklus durch folgende Erhaltungsmaßnahmenabfolge:

- Instandhaltung (H_AS) nach 9 bis 11 Jahren
- 1. Instandsetzung nach 12 Jahren: Erneuerung Deckschicht auf Betondecke (I_BEDE)
- Instandhaltung (H_AS) nach 21 bis 23 Jahren
- 2. Instandsetzung nach 24 Jahren: Erneuerung Deckschicht auf Betondecke (I_BEDE)
- Instandhaltung (H_AS) nach 33 bis 35 Jahren

² Es handelt sich hierbei um eine generelle Annahme, dass mit zunehmender Verschlechterung des Oberflächenzustandes auch die laufenden Instandhaltungsmaßnahmen zunehmen werden. Repräsentativ können diese in der oben dargestellten Periode in die Lebenszykluskostenanalyse übernommen werden.

- 3. Instandsetzung nach 36 Jahren: Erneuerung Deckschicht auf Betondecke (I_BEDE)
- Instandhaltung (H_AS) nach 45 bis 50 Jahren
- Abbruch / Erneuerung nach 50 Jahren = Ende der technischen Nutzungsdauer

3.3 Vereinfachte Öko-Bilanz

Neben der Überprüfung der Wirtschaftlichkeit im Rahmen einer Lebenszykluskostenanalyse wird empfohlen, unter Heranziehung der im Kapitel 3.2 aufgelisteten Standardlebenszyklen im Neubaufall zumindest eine vereinfachte Öko-Bilanz zu erstellen. Dabei soll zumindest das gesamte und jährliche (bezogen auf die technische Nutzungsdauer) Global Warming Potential (GWP, ausgedrückt über CO₂-Äquivalente) für die ausgewählte Sonderbauweise mit alternativen Lösungen (z.B. mit der Bauweise AS1 bzw. AS4 und BE1 bzw. BE2 nach RVS 03.08.63 [1]) verglichen werden.

Um eine fundierte Aussage über die Nachhaltigkeit der untersuchten Varianten zu erhalten, sind die maßgebenden Umweltwirkungen während des Baus, der Durchführung der Erhaltungsmaßnahmen und am Ende der technischen Nutzungsdauer (Stichwort Recyclingpotential) in der Ökobilanz zumindest zu untersuchen. Diese beinhaltet folgende Bereiche:

- Materialgewinnung der Rohstoffe (z.B. Gestein, Bindemittel)
- Mischung der Rohstoffe zu Mischgut
- Transport der Materialien bzw. des Mischguts zur Baustelle
- Einbau der Materialien bzw. Mischguts
- Abbruch von Materialien während einer Erhaltungsmaßnahme
- Abtransport von Abbruchmaterialien
- Recyclingpotential am Ende der technischen Nutzungsdauer

Die Durchführung der Ökobilanz kann für 1 m² Oberbau erfolgen. Die entsprechenden Grundlagen können dem KOMBAS-Endbericht [5] entnommen werden.

4 Technische Anforderungen und Empfehlungen Ausführung

4.1 Betondecke Neubaufall

Wie in Kapitel 3.1.1 beschrieben, hat die Dimensionierung der Betondecke nach RVS 03.08.63 [1]) zu erfolgen. Darüber hinaus sind folgende Anforderungen und Empfehlungen von wesentlicher Bedeutung:

- Die Betondecke ist für SBE1 und für SBE2 1-lagig (in Unterbetonqualität) gem. RVS 08.17.02 [8] auszuführen
- Als Beton ist UB GK 22 oder UB GK 32 mit Deckenzement CEM II/..S (DZ) gem. RVS 08.17.02 [8] zu verwenden
- Die Betondecke ist gegen Austrocknung gem. RVS 08.17.02 [8] zu schützen
- Ein erster Fugenschnitt muss nach 6h bis 12h in 1/3 Betondeckendicke gem. RVS 08.17.02 [8] vorgenommen werden
- Die Betondecke ist vor der Überbauung mit Asphalt entsprechend vorzubereiten, siehe hierzu Kapitel 4.3.

4.2 Bestandsbetondecke – Instandsetzungsfall 1 und 2

Eine umfassende Beurteilung und Bewertung der Bestandsbetondecke ist unbedingt erforderlich, da noch vor dem Überbau mit einer Asphaltdeckschicht die Bestandsbetondecke einen sehr guten bis guten Zustand (Note 1 oder 2) der Einzelzustandsmerkmale gem. RVS 13.01.16 [3] (Risse und Oberflächenschäden) aufweisen sollte. Aus diesem Grund werden folgende Voruntersuchungen empfohlen (nach dem Fräsen der alten Asphaltdeckschicht im Instandsetzungsfall 2):

- Visuelle Zustandserfassung und Bewertung der Risse und Oberflächenschäden der Bestandsbetondecke mit Plattengenauigkeit unter Heranziehung der RVS 13.01.16 [3]
- Feststellung der mittleren Betondeckendicke der Bestandsbetondecke (z.B. über Bohrkerne), speziell beim Instandsetzungsfall 2, wo die Betondecke „angefräst“ wurde.
- Überbohren von Rissen zur Feststellung der Risstiefe und der Schadensursache
- Rautiefe und Haftzugfestigkeit der Betonoberfläche
- Haftzugfestigkeit des Betons in jener Tiefe in der die Grenzfläche Asphalt zu Beton zu liegen kommen wird (für den Fall, wenn die Betondecke „angefräst“ wird)

- Feststellung von Hohllagen von Betonplatten (z.B. über Bohrkerne)
- Zustand der Fugen nach RVS 13.01.16 [3]
- Ergänzende Voruntersuchungen bei erkennbaren Problemen der Tragfähigkeit zum Erreichen der empfohlenen Mindestwerte der Restlebensdauer nach Kapitel 3.1.2 in Absprache mit dem jeweiligen Prüflabor.
 - Tragfähigkeitsmessungen mit dem FWD (Falling Weight Deflectometer) im Bereich Plattenmitte und Plattenrand (Ermittlung der Querkraftübertragung von Platte zu Platte, Grundlage siehe z.B. [14]), sowie zusätzliche Messungen im Bereich von Rissen
 - Prüfung der Druckfestigkeit und/oder Spaltzugfestigkeit der Bestandsbetondecke

Liegen die Ergebnisse der Voruntersuchungen vor, so sind zur Sicherstellung des geforderten Zustands folgende Instandhaltungs- und Instandsetzungsmaßnahmen (sofern erforderlich) durchzuführen (siehe hierzu auch RVS 13.01.51 [4]):

- Ausbesserung von geschädigten Plattenteilen (Kantenschäden und Eckabbrüche) mit Ausbesserungsmaterial, welches zumindest den Anforderungen vom Unterbeton nach RVS 08.17.02 [8] entspricht.
- Auswechslung umfassend geschädigter oder gebrochener Betonplatten mit Ersatzmaterial, welches zumindest den Anforderungen vom Unterbeton nach RVS 08.17.02 [8] entspricht.
- Ersatz von bituminösen Reparaturstellen mit Beton, welcher zumindest den Anforderungen vom Unterbeton nach RVS 08.17.02 [8] entspricht.
- Entfernen von losen Teilen und Ersatz durch Ausbesserungsmaterial, welches zumindest den Anforderungen vom Unterbeton nach RVS 08.17.02 [8] entspricht.
- Unterpressung von hohl liegenden Betonplatten
- Instandsetzung der bestehenden Fugenfüllungen, ggf. Erneuerung Fugenverguss
- Entfernung bestehender Markierungen durch Fräsen oder Hochdruckwasserstrahlen

4.3 Vorbereitung Betondeckenoberfläche

Für eine bestmögliche Verbindung zwischen Betondecke und Asphaltdeckschicht sind vorbereitende Maßnahmen im Bereich der Betondecke erforderlich, die eine optimale dauerhafte Verzahnung (geprüft über Haftzugfestigkeit und Schubfestigkeit) sicherstellen.

Darüber hinaus muss auch die Betondecke entsprechende Eigenschaften vor der Überbauung aufweisen, die ebenfalls nachfolgend aufgelistet sind.

4.3.1 Betondecke Neubaufall

Vor dem Überbau der Betondecke mit Asphalt muss sichergestellt sein, dass die Grenzfläche (Oberfläche der Betondecke) den folgenden Anforderungen entspricht:

- Rautiefe $\geq 0,8$ mm
- Haftzugfestigkeit $\geq 2,0$ N/mm² bei Asphaltdeckschichten $\geq 3,0$ cm Dicke
- Haftzugfestigkeit $\geq 1,5$ N/mm² bei Asphaltdeckschichten $< 3,0$ cm Dicke
- Restfeuchte $\leq 3,0$ M.-%
- Fugen verfüllt

Die Makrotexturtiefe der Oberfläche kann mit den folgenden Verfahren hergestellt werden:

- Hochdruckwasserstrahlen (HDW) mit > 2.500 bar
- Kugelstrahlen der Oberfläche und Waschen mit 300 bar (Kehrsaugwagen)
- Kugelstrahlen der Oberfläche und Hochdruckwasserstrahlen HDW mit ca. 1.800 bar
- Feinfräsung der Oberfläche mit anschließendem Hochdruckwasserstrahlen (HDW) mit ca. 2.500 bar

Die Oberflächenstruktur ist frühestens 7 Tage nach der Errichtung der Betondecke herzustellen.

Die Ausführung von Probestrecken mit einer Länge zwischen 50 und 100 m wird empfohlen. Im Zuge einer Probestrecke sollte versucht werden die Oberflächenstruktur 48 bis 72 Stunden nach dem Betonierende durch Kugelstrahlen herzustellen.

Nach dem Durchführen der vorbereitenden Maßnahmen sind die Fugen der Betondecke mit Heißvergußmasse zu verfüllen.

4.3.2 Bestandsbetondecke

Vor dem Überbau der sanierten Bestandsbetondecke muss sichergestellt sein, dass die Grenzfläche - Oberfläche der (angefrästen) Betondecke - den folgenden Anforderungen entspricht:

- Rautiefe $\geq 0,8$ mm
- Haftzugfestigkeit $\geq 1,5$ N/mm²
- Restfeuchte $\leq 3,0$ M.-% bei neuen Betonfeldern (z.B. Betonfeldtausch)
- Restfeuchte $\leq 1,5$ M.-% bei bestehenden Betonfeldern

Die Makrotexturtiefe der Oberfläche kann mit den folgenden Verfahren hergestellt werden:

- Fall 1: Bestandsbetondecke wird nicht angefräst
 - Kugelstrahlen und Hochdruckwasserstrahlen HDW mit > 300 bar
 - Kugelstrahlen und Hochdruckwasserstrahlen HDW mit ca. 1.800 bar
- Fall 2: Bestandsbetondecke wird angefräst
 - Feinfräsung der Oberfläche mit anschließendem Hochdruckwasserstrahlen (HDW) mit ca. 2.500 bar
 - Feinfräsung der Oberfläche ggf. mit anschließendem Kugelstrahlen und Hochdruckwasserstrahlen HDW mit ca. 1.800 bar

In allen Fällen wird die Ausführung von Probeflächen mit einer Länge > 100 m zur Überprüfung der gewählten Arbeitsweisen empfohlen. In Abhängigkeit der Oberflächenfestigkeit der Betondecke kann es erforderlich werden einzelne der vorgenannten Schritte auch 2-mal durchzuführen. Nach dem Hochdruckwasserstrahlen kann es erforderlich werden, dass die Oberfläche noch einmal mit einem Kehrsaugwagen (> 300 bar) von losen Steinen gereinigt wird.

Nach dem Durchführen der vorbereitenden Maßnahmen sind die Fugen der Betondecke mit Heißvergußmasse zu verfüllen.

4.4 Haftbrücke und Vorspritzen

Die Anforderungen an Haftzugfestigkeit sowie Schubfestigkeit können durch das Aufbringen einer Bitumenemulsion unter Berücksichtigung der nachfolgenden Anforderungen und Empfehlungen erfüllt werden:

- Das Aufbringen der Haftbrücke muss maschinell mit einem Breitspritzgerät erfolgen (wenn möglich, Vorspritzen am Asphaltfertiger). Vor der Applikation des Haftklebers auf die Betonoberfläche müssen die folgenden Vorgaben erfüllt sein:
 - Betonoberfläche visuell trocken, keine Feuchtstellen
 - Keine Verschmutzungen
- Verwendung von ausschließlich polymermodifizierter Bitumenemulsion (keine wasserhaltige Bitumenemulsion). Empfohlene Sorte Bitumenemulsion:
 - C 40 PB3 - HB
 - C 60 PB3 - HB
- Die Vorspritzmenge ist auf die Oberflächenbeschaffenheit (Porosität und Rauigkeit) der Unterlagen und die Konzeption der bituminösen Deckschicht abzustimmen. Die Menge des Vorspritzmittels ist in Anlehnung an das RVS Arbeitspapier Nr. 02 [10] zu

wählen. Richtwert für Vorspritzmenge: 0,4 kg/m², die optimale Menge muss über Probeflächen bestimmt werden.

- Oberflächentemperatur mind. 3 K über dem Taupunkt
- Schutz der Bitumenemulsion durch das Aufbringen von Kalkmilch(leim) – nicht erforderlich beim Vorspritzen am Fertiger

4.5 Ausführung Asphaltdeckschicht

Nach dem Vorspritzen der Haftbrücke aus Bitumenemulsion kann die Asphaltdeckschicht eingebaut werden. Auf der Grundlage der maßgebenden RVS-Richtlinien sowie erweiterten Anforderungen durch die ASFINAG sind folgende Anforderungen und Empfehlungen zu beachten:

- Standarddeckschichtart: SMA D deck S2 gem. RVS 08.16.01 [7] und RVS 08.97.05 [6]
- Alternative Deckschichtart zur Erfüllung erhöhter Anforderungen im Bereich Lärmschutz: SMA D deck S3 gem. RVS 08.16.01 [7] und RVS 08.97.05 [6]
- Maximale empfohlene Schichtdicke: 4,0 cm
- Minimale empfohlene Schichtdicke: 3,0 cm
- Mindesthohlraumgehalt (sofern nicht gem. RVS höher vorgeschrieben): 4,0 Vol.-%
- Schubfestigkeit mind. 0,9 N/mm²
- Wenn nicht gesondert bzw. anders festgelegt, gelten die Anforderungen der RVS, insbesondere der RVS 08.16.01 [7] und RVS 08.97.05 [6]

Im Rahmen des Einbaus sind folgende Empfehlungen zu beachten:

- Wenn möglich, Einbau auf die volle Fahrbahnbreite (zur Vermeidung von zusätzlichen Nähten neben den Fugen)
- Einsatz von flächendeckender Verdichtungskontrolle (FDVK) zur laufenden Überprüfung der Verdichtung
- Verdichtung ohne Vibration
- Laufende Einbaukontrolle durch das ausführende Bauunternehmen (zerstörungsfreie Dichtebestimmung, Kalibrierung durch die Entnahme von Bohrkernen)

Ein besonderes Augenmerk muss auf die Prüfung der Haftzugfestigkeit und der Schubfestigkeit im Rahmen der Abnahme- und Gewährleistungsprüfungen gelegt werden. Die Prüfungen haben gem. RVS zu erfolgen. Darüber hinaus wird empfohlen, die Prüfung

des Verbundes auch unter Heranziehung der Kerb-Spaltzugfestigkeit gem. ÖNORM B 3592:2011 [11] vorzunehmen.

4.6 Fugen Asphaltdeckschicht

Um Reflexionsrisse aus dem Fugenraster der Betondecke in der Asphaltdeckschicht zu vermeiden, sind folgende Maßnahmen erforderlich:

- Vor dem Aufbringen des Haftklebers müssen alle Fugen der Betondecke exakt vermessen bzw. versichert werden
- Nach dem Auskühlen der Asphaltdeckschicht sind die Fugen entsprechend dem Betondeckenfugenraster zu schneiden
- Schnitttiefe ca. 2/3 der Asphaltdeckschichtdicke zum Ausgleich von Ungenauigkeiten zwischen Fugenraster Asphaltdeckschicht und Fugenraster Betondecke
- Abfasen und Vergießen der Fugen mit bituminöser Heißfugenvergussmasse

5 Technische Anforderungen und Empfehlungen bauliche Erhaltung

Um die angestrebte technische Nutzungsdauer einerseits der Betondecke (vor allem im Neubaufall) und andererseits der Asphaltdeckschicht zu erreichen, ist der baulichen Erhaltung der KOMBAS-Bauweise besonderes Augenmerk zu schenken.

5.1 Bauliche Instandhaltung

Im Rahmen der laufenden baulichen Instandhaltung sind speziell nach längerer Liegedauer der Asphaltdeckschicht folgende Instandhaltungsmaßnahmen möglicherweise durchzuführen, wobei die Grundlage für oder gegen die Entscheidung einer bestimmten Instandhaltungsmaßnahme eine visuelle Straßenzustandserfassung sein sollte (z.B. nach RVS 13.01.16 [3]):

- Instandhaltung der Fugen durch Ergänzung von fehlenden bzw. Ausbesserung von losen Fugenverguss, wiederum mit bituminöser Heißvergussmasse
- Lokale Ausbesserung (Flicke) von örtlichen Ablösungen und/oder Oberflächenschäden der Asphaltdeckschicht
- Vergießen von Rissen, die sich als Reflexionsrisse aus der Betondecke in die Asphaltdeckschicht übertragen
- Austausch von geschädigten Betonplatten oder Betonplattenteilen mittels Beton, der zumindest den Anforderungen von Unterbeton nach RVS 08.17.02 [8] entspricht (ggf. ohne Überbauung mit Asphaltdeckschicht). Reparaturstellen aus Asphalt über die gesamte Dicke des Oberbaus sind aufgrund von zu erwartenden Aufstauchungen (Druckbeanspruchung in Betondecke – Wölbspannung) unbedingt zu vermeiden.

5.2 Bauliche Instandsetzung

Unter Bezugnahme auf die Erhaltungsintervalle im Rahmen der Lebenszyklusbetrachtung (siehe Kapitel 3.2) muss davon ausgegangen werden, dass vor allem im Neubaufall die Asphaltdeckschicht mehrmals innerhalb der technischen Nutzungsdauer der Betondecke zu erneuern ist. Dies entspricht dem Instandsetzungsfall 2. Die Handhabung dieses Instandsetzungsfalls ist im Detail beschrieben (siehe hierzu Kapitel 3.1.2, 4.2, 4.3).

Die Erneuerung der Asphaltdeckschicht hat nach folgenden grundsätzlichen Schritten zu erfolgen:

- Abfräsen der gesamten alten Asphaltdeckschicht mit mind. 0,5 cm „Anfräsen“ der Bestandsbetondecke

- Instandsetzung der Bestandsbetondecke in Abhängigkeit von der Art und dem Umfang der Schädigung (z.B. Betonplatteninstandsetzung)
- Vorbereitung der Betonoberfläche für die Überbauung
- Vorspritzen Bitumenemulsion auf Bestandsbetondecke und Einbau der neuen Asphaltdeckschicht
- Herstellung des Fugenrasters der Bestandsbetondecke in der neuen Asphaltdeckschicht

Eine vorausschauende Erhaltungsplanung kann mit hoher Wahrscheinlichkeit zu einer langen technischen Nutzungsdauer dieser Lösung führen. Die Prognosemodelle gehen dabei von einer Liegedauer der Betondecke von bis zu 50 Jahren aus. Ab einer Liegedauer von 35 Jahren der Betondecke sollte jedoch die Wirtschaftlichkeit einer weiteren Erneuerung der Asphaltdeckschicht im Detail untersucht werden. Dabei ist vor allem der Umfang der auszutauschenden Betonplatten zur Sicherstellung einer ausreichenden Tragfähigkeit der Betondecke die wesentliche Einflussgröße. Bei einem geschädigten Betonplattenanteil von mehr als 5% sollte auf jeden Fall eine Wirtschaftlichkeitsuntersuchung durchgeführt werden (siehe hierzu Kapitel 3.2).

6 Hinweise zu Abbruch und Recycling

Wie im KOMBAS-Endbericht [5] beschrieben, kann die KOMBAS-Bauweise als nachhaltige Lösung definiert werden, sofern auch das Recyclingpotential am Ende der technischen Nutzungsdauer und im Zuge von Erhaltungsmaßnahmen ausgeschöpft werden kann. Die nachfolgenden Hinweise zum Abbruch und zum Recycling sind daher von wesentlicher Bedeutung:

- Die Asphaltdeckschicht sowie die Betondecke sind getrennt abzurechen bzw. zu fräsen, sodass sie auch getrennt in einen Recyclingprozess übergeführt werden können.
- Der Ausbauasphalt (alte Asphaltdeckschicht) ist zur Gänze dem Recyclingprozess zuzuführen.
- Die alte Betondecke ist zur Gänze dem Recyclingprozess zuzuführen und kann – entsprechend der gewählten neuen Oberbaulösung – als Zuschlagsstoff für eine neue Betondecke (Unterbeton) herangezogen werden.
- Das Recyclingpotential des Bestandes sollte als Basis für aktuelle und zukünftige Entscheidungen in der Öko-Bilanz ausgewiesen bzw. für eine Neuberechnung berücksichtigt werden.
- Die Auswahl der Abbruchmethodik und des Recyclingverfahrens sollte in Abhängigkeit von den Transportwegen und dem maximalen Anteil einer Prozessrückführung optimiert werden.

7 Literatur

- [1] RVS 03.08.63: Bautechnische Details - Oberbaubemessung. Österreichische Forschungsgesellschaft Straße – Schiene – Verkehr, Wien, 2016
- [2] RVS 03.08.69: Rechnerische Dimensionierung von Betondecken. Österreichische Forschungsgesellschaft Straße – Schiene – Verkehr, Wien, 2020
- [3] RVS 13.01.16: Pavement Management, Bewertung von Oberflächenschäden und Rissen auf Asphalt- und Betondecken. Österreichische Forschungsgesellschaft Straße – Schiene – Verkehr, Wien, 2012
- [4] RVS 13.01.51: Betondeckenerhaltung. Österreichische Forschungsgesellschaft Straße – Schiene – Verkehr, Wien, 2016
- [5] Weninger-Vycudil A., Wistuba M., Buchta M., Gröninger J., Chankov G. und Litzka J.: KOMBAS – Kombinierte Bauweise Beton Asphalt. Forschungsprojekt im Rahmen der VIF 2019 im Auftrag des BMK und der ASFINAG. Endbericht, Wien, 2022
- [6] RVS 08.97.05: Anforderungen an Asphaltmischgut. Österreichische Forschungsgesellschaft Straße – Schiene – Verkehr, Wien, 2019
- [7] RVS 08.16.01: Anforderungen an Asphaltsschichten. Österreichische Forschungsgesellschaft Straße – Schiene – Verkehr, Wien, 2019
- [8] RVS 08.17.02: Technische Vertragsbedingungen – Betondecken – Deckenherstellung. Österreichische Forschungsgesellschaft Straße – Schiene – Verkehr, Wien, 2011
- [9] RVS 11.06.81: Qualitätssicherung Bau – Abnahmeprüfungen. Österreichische Forschungsgesellschaft Straße – Schiene – Verkehr, Wien, 2015
- [10] RVS-Arbeitspapier 01: Vorspritzen mit Bitumenemulsionen. Österreichische Forschungsgesellschaft Straße – Schiene – Verkehr, Wien, 2017
- [11] ÖNORM B 3592: 2011: Bestimmung der Kerb-Spaltzugfestigkeit und der spezifischen Bruchenergie von Baustoffen, Baustoffverbindungen und Verbundwerkstoffen. Austrian Standards, Wien, 2011
- [12] Weninger-Vycudil A., Brozek B., Simanek P., Litzka J.: Handbuch Pavement Management in Österreich 2016. Handbuch im Auftrag der ASFINAG (unveröffentlicht), Wien, Fassung 2019
- [13] ASFINAG: Planungshandbuch Straße – Technische Richtlinie. ASFINAG, Version 6.0, Wien, 2020

- [14] Litzka J.: Measurements to assess load transfer across transverse joints and support conditions. Proceedings of the 3rd Int. Workshop on Design and Evaluation of Concrete Roads, Krumbach, 1994, C.R.O.W. Record Nr. 14, Ende, 1994